H

CONGRÈS INTERNATIONAL DES CHEMINS DE FER

DEUXIÈME SESSION

MILAN : 17 AU 24 SEPTEMBRE 1887

COMPTE RENDU GÉNÉRAL

DEUXIÈME VOLUME

CONGRÈS INTERNATIONAL

DES

CHEMINS DE FER

DEUXIÈME SESSION

MILAN : 17 AU 24 SEPTEMBRE 1887

COMPTE RENDU GÉNÉRAL

DEUXIÈME VOLUME

BRUXELLES
P. WEISSENBRUCH, IMPRIMEUR DU ROI
45, RUE DU POINÇON, 45

1888

VIIIe QUESTION

MATÉRIEL A VOYAGEURS

Examen et discussion des conditions de construction et de montage du matériel à voyageurs, notamment au point de vue :

A. *De l'utilité d'équilibrer les roues ;*

B. *De la suspension ;*

C. *Des limites dans lesquelles il est utile de réduire le poids des voitures, et des moyens les plus pratiques pour arriver à ce résultat.*

VIIIe QUESTION

TABLE DES MATIÈRES

EXPOSÉ

PAR V. KLEMMING

INSPECTEUR DU MATÉRIEL ROULANT DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT SUÉDOIS

A. — DE L'UTILITÉ D'ÉQUILIBRER LES ROUES.

La question de l'utilité d'équilibrer les roues n'a pas spécialement attiré l'attention des ingénieurs du matériel. Elle se rapporte non seulement à l'équilibre du couple de roues sur le même essieu, mais aussi à la recherche du balourd des roues.

La Compagnie des chemins de fer du Nord français, ayant établi dans ses ateliers de réparation une série d'appareils de précision qui rendent possibles des

recherches très minutieuses, a donné l'exemple aux Compagnies de chemins de fer voisines et, par suite, plusieurs d'entre elles ont trouvé cette question importante et ont pris des mesures dans le même sens. Ainsi les chemins de fer de l'Est français et de l'Etat belge se sont prononcés en faveur de l'utilité d'équilibrer les roues [1].

De la Compagnie des chemins de fer du Nord français, nous avons reçu une description très intéressante du procédé en usage dans ses ateliers de réparation.

Cette description est reproduite dans le *Bulletin de la Commission* [2].

B. — De la suspension.

Aux voitures actuelles, on peut remarquer l'effort des constructeurs pour produire une suspension capable de réduire autant que possible les chocs dérivant de la voie. Aussi la marche élastique et uniforme des véhicules est aujourd'hui d'autant plus désirable, que la grande vitesse des trains augmente l'influence des irrégularités de la voie.

A cet égard, les voitures des chemins de fer du Nord français et de l'État belge ont généralement une double suspension : le châssis est suspendu sur les essieux par des ressorts à lames et la caisse sur le châssis par des ressorts en spirale.

Mais il semble que cette double suspension ne soit pas approuvée par plusieurs Compagnies. Ainsi la Compagnie des chemins de fer de l'Est français l'a trouvée trop compliquée et remplace les ressorts en spirale par des plaques en caoutchouc de 25 millimètres d'épaisseur entre la caisse et le châssis. Cet arrangement est le plus général sur les chemins de fer européens. On peut le regarder comme un moyen pour empêcher les vibrations du châssis de se transmettre à la caisse. On trouve aussi le caoutchouc remplacé par le feutre comprimé.

Sur les chemins de fer hollandais, on emploie pour le châssis des ressorts à lames avec feuilles de caoutchouc intercalées entre les lames.

Les voitures des chemins de fer américains sont suspendues sur de doubles ressorts à lames, placés côte à côte au nombre de quatre paires entre les essieux de chaque truck. La répartition du poids de la caisse se fait par des balanciers transversaux. Les trucks sont suspendus sur leurs essieux au moyen de ressorts en spirale.

On trouve aujourd'hui des voitures du système américain à trucks articulés sur

(1) Voir le *Bulletin de la Commission internationale*, numéro d'août, 3 fasc., p. 780 à 783.

(2) Voir le numéro d'août, 3e fasc, p. 776.

plusieurs des grandes lignes anglaises. Leur suspension est quelquefois la même que celle des voitures américaines; d'autres fois elle est réalisée par des ressorts longitudinaux.

La longueur des ressorts à lames s'est généralement augmentée, de sorte qu'on trouvera maintenant dans la plupart des voitures modernes, des ressorts d'une longueur de 2m100 à 2m200. Leur flexibilité est très grande : de 130 à 150 millimètres par tonne. Pour leur fabrication, il faut employer un acier de qualité supérieure.

La suspension des ressorts aux châssis se fait souvent par des anneaux.

Afin d'effectuer une bonne marche des voitures, la Compagnie du Nord français a trouvé nécessaire de déterminer rigoureusement la charge que chaque ressort a à supporter et, dans ce but, elle fait peser les quatre angles de la voiture.

C. — Du poids des voitures.

Le développement des chemins de fer a amené une augmentation successive du poids des voitures, par suite de la vitesse accélérée et de la grande longueur des parcours. D'un côté, les Administrations ont constaté la nécessité de construire des véhicules à châssis forts, pour diminuer les dérangements des trains causés par des défectuosités du matériel, et à caisses solides et de grande durée, afin de réduire les frais d'entretien et de renouvellement. D'un autre côté, l'opinion publique a demandé des mesures de sûreté telles que l'application de freins continus sur les trains de voyageurs, laquelle a augmenté considérablement le poids des voitures. Plusieurs commodités, qu'on regardait autrefois comme n'appartenant pas à une voiture de chemin de fer, sont aujourd'hui considérées comme indispensables dans les trains à grande vitesse, par exemple : le water-closet, l'éclairage au gaz, le chauffage des compartiments. L'installation des appareils nécessaires pour ce confort, augmente beaucoup la tare des voitures. En même temps, les prétentions du public à des places plus spacieuses ne permettent plus la même utilisation de l'espace des voitures que dans le matériel ancien. Voilà pourquoi le poids mort par place offerte s'est augmenté de telle sorte qu'il a atteint dans les voitures ordinaires de 2e classe 500 à 600 kilogrammes, tandis qu'il ne dépasse pas 250 kilogrammes dans les voitures des anciens modèles.

De ce que nous venons de dire, il ressort évidemment que les administrateurs des chemins de fer poseront la question suivante : « A quel degré faut-il permettre une augmentation du poids mort transporté dans les trains de voyageurs? »

Avant de se décider sur ce point, ils demanderont aux ingénieurs du matériel de leur faire savoir quels sont les types de voitures qui offrent beaucoup d'espace et un confort suffisant avec un poids mort minimum par place offerte.

Pour répondre à cette question, il faut se renseigner sur la relation qui existe entre le poids et les dimensions des voitures modernes et l'espace qu'elles offrent aux voyageurs. Dans ce but, il est convenable de choisir quelques exemples de voitures modernes, construites suivant des systèmes différents, mais de matériaux similaires et toutes pourvues de freins continus, d'éclairage au gaz et de chauffage. Toutes les voitures choisies sont de 2e classe et, à l'exception des deux dernières, pourvues de water-closets.

N° 1. Voiture du système américain à deux trucks articulés, à couloir latéral, avec plates-formes et deux water-closets.

N° 2. Voiture à trois essieux articulés, sans intercommunication, mais pourvue d'un water-closet par deux compartiments.

N° 3. Voiture à deux essieux, à passage latéral, avec plates-formes et water-closet.

N° 4. Voiture à deux essieux, à couloir latéral et avec plates-formes, sans water-closet.

N° 5. Voiture à deux essieux, à quatre compartiments séparés et à portes latérales, sans water-closet.

	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.	N° 5.

DÉSIGNATION DES SURFACES, CUBES, POIDS, ETC.	N° 1. Voiture à 4 essieux et à couloir latéral avec intercommunication, plates-formes et water-closets.	N° 2. Voiture à 3 essieux, sans intercommunication, mais avec water-closets.	N° 3. Voiture à 2 essieux, à passage latéral avec plates-formes et water-closets.	N° 4. Voiture à 2 essieux, à couloir latéral et avec plates-formes, mais sans water-closet.	N° 5. Voiture à 2 essieux, à compartiments séparés et à portes latérales, sans water-closet.
Surface du plancher des commodités, etc.	16m²0	4m²8	8m²3	9m²2	»
Surface du plancher des commodités, etc., par essieu	4 0	1 6	4 2	4 6	»
Cube de l'intérieur de la voiture	87m³0	57m³3	39m³6	41m³7	38m³0
Cube de l'intérieur de la voiture, par essieu	21 8	19 1	19 8	20 9	19 0
Cube des compartiments	57 0	47 3	27 4	29 3	38 0
Cube des compartiments, par essieu	14 3	15 8	13 7	14 7	19 0
Cube des commodités, etc.	30 0	10 0	12 2	12 4	»
Cube des commodités, etc., par essieu	7 5	3 3	6 1	6 2	»
Poids total de la voiture	25t0	17t5	1t15	12t0	11t0
Poids total de la voiture, par essieu	6t3	5t8	5t8	6t0	5t5
Surface du plancher, par tonne du poids de la voiture	1m²6	1m²6	1m²8	1m²9	1m²6
Cube de l'intérieur	3m³5	3m³3	3m³4	3m³5	3m³5
Nombre de places offertes	42	34	21	24	32
Longueur des canapés par place offerte	0m63	0m61	0m64	0m64	0m61
Surface du plancher	1m²0	0m²8	1m²0	1m²0	0m²5
Cube de la voiture	2m³0	1m³7	1m³9	1m³7	1m³2
Poids mort de la voiture	600 k.	515 k.	548 k.	500 k.	344 k.

Il résulte de ce tableau que si le constructeur doit faire son choix exclusivement d'après le moindre poids par essieu et par place offerte, il donnera la préférence à une voiture à 2 essieux et à portes latérales (n° 5). Mais ce type donne

au public la moindre surface de plancher et le moindre volume par place offerte; il ne comporte pas de water-closet et ne permet pas de se remuer librement dans la voiture. Si le constructeur doit ménager un water-closet, en maintenant le poids par place offerte le plus bas possible, il doit choisir la voiture à 3 essieux (n° 2). Ce n'est qu'à la demande d'un système d'intercommunication, entre les voitures comme entre les compartiments, qu'il peut songer à la voiture à 4 essieux (n° 1). Celle-ci est pourtant, au point de vue du poids mort par place offerte, moins avantageuse que la voiture à intercommunication et à 2 essieux (n° 3).

Ainsi, nous voyons que le poids mort est essentiellement dépendant du système de voiture choisi. Or, le choix du système dépend d'un multitude de facteurs, au sujet desquels le constructeur ne peut pas décider. A cet égard, on peut bien dire que dans chaque pays les goûts et les habitudes du public sont fort décisifs. Mais il faut aussi prendre en considération la nature des chemins de fer, la longueur des parcours et la vitesse des trains. En Amérique, il serait impossible d'introduire des voitures du système jusqu'ici le plus général en Europe, savoir : celui à 2 essieux et à compartiments séparés. Sur le continent d'Europe, il existe de grandes différences d'habitudes et de prétentions de confort chez les diverses nations. Sur les chemins de fer allemands, par exemple, les voitures à 3 ou à 2 essieux avec water-closet, selon les types n°s 2 et 3 du tableau, sont très générales, tandis que la plupart des voitures des chemins de fer anglais, belges et français sont construites suivant le type n° 5 du tableau; ce n'est que dans ces dernières années qu'on a introduit sur les chemins de fer belges et français des

du chêne pour le châssis, du pitch-pine au lieu du chêne pour la caisse, du carton comprimé au lieu du bois pour les parois et les cloisons; le remplacement des portes intérieures par des portières en étoffes.

Quant aux appareils de sûreté et de confort, comme les freins continus, les appareils pour l'éclairage au gaz, lesquels contribuent assez considérablement au grand poids des voitures modernes, il reste aux ingénieurs du matériel à trouver les moyens d'en réduire le poids. Il est à espérer que des inventions nouvelles sur le terrain de l'électricité leur en donneront la possibilité.

Le 15 août 1887.

1re NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DU NORD FRANÇAIS

A. — DE L'UTILITÉ D'ÉQUILIBRER LES ROUES.

On cherche à corriger, autant que possible, tous les défauts de symétrie qui peuvent exister dans les roues.

Dans ce but, on emploie une série d'appareils de précision :

1° Pour vérifier l'égalité de diamètre des bandages;
2° Pour vérifier le profil du bandage et rechercher l'existence du faux rond;
3° Pour rechercher l'existence ou l'intensité du balourd;
4° Pour vérifier l'égalité du poids des deux roues calées sur l'essieu;
5° Pour vérifier la position des bandages sur les centres de roue;
6° Pour vérifier l'équilibre du couple de roues calées sur l'essieu.

[redacted]

pendant l'essieu à un fléau par son centre de figure, ce qui permet de vérifier si le centre de gravité se trouve dans le plan perpendiculaire à l'axe de l'essieu et passant par son centre de figure.

Toutes ces vérifications montrent l'importance qu'on attache au chemin de fer du Nord à l'équilibre des roues.

Pour tirer tout le parti possible de la bonne construction des roues, il est indispensable que le montage de ces roues, sous les voitures, soit parfaitement fait, c'est-à-dire que les essieux soient bien parallèles; pour arriver à ce résultat, on emploie une installation spéciale dite « fosse à vérifier » (1).

B. — De la suspension.

Les voitures de 1re classe, ainsi que celles de 2e classe, ont une double suspension : les châssis sont suspendus sur les essieux par des ressorts à lames; les caisses sont suspendues sur les châssis par des ressorts à spirales.

Les autres véhicules à grande vitesse ont une suspension simple appliquée au châssis. Dans les dernières constructions, les principes de la suspension des voitures des différentes classes sont les mêmes. L'emploi d'anneaux pour suspendre les châssis sur les ressorts est maintenant généralisé.

Les ressorts à lames de la suspension de châssis des voitures employés par la Compagnie du Nord sont très flexibles (145 à 150 millimètres par 1,000 kilogrammes); ils sont fabriqués avec un acier spécial (acier Wolfram) d'une grande ténacité, pouvant par conséquent travailler à un grand allongement sans se rompre.

La flexibilité des ressorts se détermine au moyen d'un barême établi sur des données expérimentales et donnant la flexibilité en rapport avec le poids mort suspendu.

La flexibilité des ressorts de suspension de la caisse est la même que celle des ressorts de suspension du châssis.

Afin de déterminer rigoureusement la charge que chaque ressort a à supporter, on pèse au moyen d'appareils spéciaux les quatre angles de la voiture.

Ce pesage se fait en deux fois; à chaque opération, la voiture, dégarnie de ses roues, boîtes et ressorts, repose sur trois couteaux, placés aux sommets d'un triangle, dont l'un supporte le poids total qu'auraient à porter les deux ressorts de l'un des essieux et les deux autres le poids porté par chacun des ressorts du second essieu. Ces deux derniers couteaux font partie chacun d'un système de leviers et plateaux permettant d'obtenir la valeur du poids cherché (2). (Voir tableau-annexe I.)

C. — Du poids des voitures.

Nous donnons dans le tableau-annexe II les poids des différents types de voitures à voyageurs.

Les poids des voitures les plus récentes varient de 10 à 11 tonnes.

On remarquera que dans les voitures de 1re classe à 4 compartiments, plus spacieux et plus confortables que les voitures à 3 compartiments, le poids mort par place offerte n'a pas augmenté beaucoup; que dans les voitures de 2e classe à 5 compartiments et de 3e classe à 60 places, de construction la plus récente, les poids morts par place offerte ont diminué comparativement aux voitures de 2e classe à 4 compartiments et aux voitures de 3e classe à 50 places de construction antérieure. (Voir tableau-annexe II.)

(1) Voir *Revue générale des chemins de fer*, mars 1886.
(2) Voir *Ibid.*

Conditions de suspension des voitures à voyageurs.

(DERNIÈRE CONSTRUCTION)

SUSPENSION DE LA CAISSE (ressorts à spirales).					SUSPENSION DU CHASSIS (ressorts à lames)					Observations.
Poids suspendu par ressort.	Flexibilité par 100 kilog.	Dimensions des ressorts.			Poids suspendu par ressort	Flexibilité par 1,000 kilog.	Dimensions des ressorts			
		Hauteur libre.	Diamètre.	Section.			Longueur.	Nombre de feuilles	Section	
Kil.	Mill.	Mill	Mill.		Kil.	Mm.	Mètres.			
320	12	115	152	34,9	1,350	128	2.00	8	75/12	
330	—	—	—	—	2,185	128	2.20	9	90,12	
262	—	—	—	—	1,670	85	1.55	9	75/10	La caisse de ces voitures n'est pas suspendue sur le châssis.
»	—	—	—	—	1,558	62	1.40	10	75/10	
254	—	—	—	—	1,990	75	2.00	9	90/13	
»	—	—	—	—	1,700	55	2.00	8	90,15	La caisse de ces voitures n'est pas suspendue sur le châssis.

Annexe II. — Poids des voitures à voyageurs.

(DERNIÈRE CONSTRUCTION.)

DÉSIGNATION DES VOITURES.	POIDS TOTAL DE LA VOITURE SUR RAILS.	NOMBRE DE PLACES OFFERTES.	POIDS MORT PAR PLACE OFFERTE.	OBSERVATIONS.
	Kilogrammes.		Kilogrammes.	
Voitures de 1re classe à 3 compartiments . .	8,200	24	341	Toutes les voitures ci-contre sont à deux essieux rigides.
— 1re classe à 4 — . .	11,270	32	352	
— 2e classe à 4 — . .	8,920	40	223	Les poids indiqués sont ceux des constructions les plus récentes.
— 3e classe à 50 places	8,480	50	169	
— 2e classe à 5 compartiments . .	10,020	50	200	Sont en cours de livraison par le constructeur.
— 3e classe à 60 places	9,560	60	159	

2e NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'EST FRANÇAIS

A. — De l'utilité d'équilibrer les roues.

Cette question n'a pas jusqu'ici fait l'objet d'une étude spéciale de la part de la Compagnie de l'Est.

Notre cahier des charges pour roues montées impose aux fournisseurs les conditions suivantes :

« Les paires de roues montées seront équilibrées de façon à ne pas accuser un défaut d'équi-
« libre dépassant un kilogramme.

« Chaque paire de roues sera examinée à ce point de vue. »

B. — De la suspension.

[redacted]

Ces diverses causes ont contribué à l'augmentation successive du poids absolu de ce matériel, contre laquelle nous avons cherché à réagir autant que possible en créant un nouveau type de voiture mixte (AB, type 1885) à 4 compartiments (2 de 1re classe et 2 de 2e classe) dont le poids mort ressort à 305 kilogrammes par voyageur, tandis que ce poids eût été de 340 kilogrammes si l'on avait suivi dans la construction les types antérieurs.

Nous construisons aussi des voitures de 3e classe à 60 places, c'est-à-dire avec augmentation de 10 places sur l'ancien type. Le poids brut de la voiture de 3e classe, type 1878, à 50 places, est de 9,700 kilogrammes, soit 194 kilogrammes par voyageur.

Le poids mort de la nouvelle voiture à 60 places est de 10,500 kilogrammes, soit 175 kilogrammes par voyageur. Il y a donc réduction du poids mort. Mais l'avantage principal est d'augmenter la puissance de transport d'un train composé d'un nombre de voitures déterminé.

31 mars 1887.

3e NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE

A. — De l'utilité d'équilibrer les roues.

Nous ne pouvons fournir, à ce sujet, des résultats d'expérience ; la question est à l'étude. Mais, à notre avis, ce point est important, et nous allons commencer l'installation des appareils nécessaires dans notre atelier central de réparation des voitures.

Le système adopté diffère peu de celui en usage dans les ateliers du Nord français.

B. — De la suspension.

Nous sommes très satisfaits du système adopté en dernier lieu.

Les ressorts portant le châssis sont de deux types :

C. — Du poids des voitures.

Au point de vue du matériel à marchandises, nous avons surtout cherché à le rendre robuste, il importait avant tout de diminuer le nombre d'échauffements, les chômages, en un mot, les frais d'entretien.

Dans les châssis, le fer a remplacé le bois, les plaques de garde ont été rendues plus rigides, la longueur et le nombre des feuilles de ressorts ont augmenté, les dimensions des essieux, des boîtes de graissage se sont accrues; tous les perfectionnements apportés à notre matériel à marchandises ont eu pour conséquence d'en augmenter le poids.

Nous n'avons qu'à nous féliciter des résultats obtenus, et, à notre avis, il n'est guère possible d'alléger un matériel qui est appelé à faire de très longs parcours sans s'exposer à des transbordements et à des chômages onéreux, à moins toutefois qu'on ne parvienne à remplacer économiquement le fer et la fonte par l'acier.

Notre matériel à marchandises a été divisé en trois catégories :

1° Wagons pour les services internationaux;
2° Wagons pouvant, au besoin, être utilisés pour ces services;
3° Wagons du service intérieur.

Les essais de réduction de poids devraient porter tout d'abord sur ces derniers véhicules, mais jusque maintenant nous avons trouvé dans nos wagons des anciens types tous les véhicules de cette espèce qui nous sont nécessaires.

Pour le matériel à voyageurs, l'augmentation de la tare menaçait de devenir plus considérable encore; la grande vitesse des trains exigeant des voitures très résistantes, l'application des freins continus, l'augmentation du confort à donner aux voyageurs, tout tendait à accroître le poids mort de nos véhicules.

En remplaçant le chêne par le pitch-pine, nous avons ramené la tare de notre matériel ordinaire de 11,200 à 9,400 kilogrammes, et en substituant à notre ancien type des voitures à trois essieux de grande capacité, nous sommes arrivés à réduire le poids par place disponible dans les proportions suivantes :

POIDS PAR PLACE DISPONIBLE :

ANCIEN MATÉRIEL		VOITURES A 3 ESSIEUX.	
1re classe . . .	442 kilogrammes.	1re classe . . .	366 kilogrammes.
2e — . . .	277 —	2e — . . .	234 —
3e — . . .	218 —	3e — . . .	177 —

L'ingénieur en chef
directeur de la traction et du matériel,
Blancquaert.

4e NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER MÉRIDIONAUX (ITALIE)

La vitesse des trains de voyageurs tendant toujours à augmenter, spécialement celle des trains express, il est absolument nécessaire que les voitures soient très solides et d'une construction très soignée, surtout pour les châssis et la charpente de la caisse.

A. — De l'utilité d'équilibrer les roues.

Quant à l'utilité d'équilibrer les roues, nous croyons qu'elle est assez démontrée, surtout d'après les expériences des chemins de fer en général et spécialement de ceux de la Compagnie du Nord français.

Il nous semble que l'on peut obtenir plus facilement des roues bien équilibrées avec des roues à disque plein, qu'avec celles à rayons.

Les voitures légères ont de plus le défaut du peu de stabilité.

Ce qui serait désirable, ce serait plutôt d'avoir des voitures dont le poids mort, par rapport à la quantité des voyageurs transportés, soit le plus petit possible, et pour l'obtenir, le moyen le plus pratique est encore celui de faire les voitures le plus longues possible.

Les voitures à essieux fixes sont difficiles à construire sans un fort châssis qui est ordinairement en fer et qui est souvent assez lourd.

On devrait s'appliquer à s'approcher le plus possible du système américain à chariot mobile, et avec les parois de la caisse faisant elles-mêmes fonction de châssis et contribuant à la solidité de l'ensemble.

DISCUSSION EN SECTION

(2e SECTION)

Séance du 19 septembre 1887

Présidence de M. BELPAIRE

Secrétaire principal : M. BANDERALI

Secrétaire de section chargé de l'exposé de la question : M. KLEMMING

La séance est ouverte à 9 heures du matin.

M. le Président. Nous allons commencer nos travaux. Je vous demanderai de bien vouloir remettre à plus tard la discussion de la question VII, la première inscrite à notre ordre du jour. Les tirés à part du remarquable rapport que

prises au moyen de votes, mais on connaîtra les opinions exprimées par les orateurs et celles qui auront prévalu. (*Assentiment.*) Nous procéderons donc de la sorte.

La parole est à M. Klemming pour faire l'exposé de la question en discussion.

M. Klemming donne lecture du rapport qu'il a rédigé et qui a été inséré dans le *Bulletin* (1).

M. le Président. Vous vous joindrez à moi, messieurs, pour remercier M. Klemming de son exposé si lucide, si clair et si important au point de vue des objets spéciaux qu'il indique. Son travail aura singulièrement simplifié notre besogne, à nous.

Nous pourrions passer successivement en revue les différents littéras.

A. — De l'utilité d'équilibrer les roues.

M. le Président. Il est bon de rappeler que M. Bricogne, ingénieur du matériel roulant du Nord français, s'est, tout le premier, occupé de cette question. Il y a mis un tel soin, je dirai même une telle minutie, que plusieurs d'entre nous — et j'étais du nombre — ont cru à un excès de précautions. M. Bricogne nous paraissait se préoccuper de questions qui n'avaient pas toute l'importance que l'expérience leur a donnée par la suite. Il a modifié les voitures d'une manière fort heureuse, tellement heureuse, qu'il était sûr de pouvoir dire qu'une voiture sortant de ses mains était une voiture parfaite au point de vue du roulement. Il y a nombre d'années déjà, j'en ai fait l'expérience. J'étais à Paris et je devais retourner en Belgique. J'allai faire une visite à M. Bricogne, en lui annonçant mon départ pour le lendemain. — « Eh bien, me dit-il, vous trouverez au train qui vous emmènera une voiture qui sort de mes ateliers. Elle n'a pas encore roulé, mais je puis vous prédire que vous n'aurez jamais roulé dans une meilleure voiture. »

Je constatai en effet que le roulement de cette voiture était parfait. Cette grande perfection se maintient-elle? C'est un peu la question. Mais enfin, M. Bricogne est sûr de ce qu'il produit. Ces essais ont été répétés un peu partout. En Belgique, nous avons été heureux de profiter de ces premières modifications et nous les avons appliquées avec le plus grand soin. Aussi nous en sommes-nous fort bien trouvés. Je vous prierai, messieurs, de nous indiquer successivement ce que vous avez

(1) Voir vol. 1, n° 8, août 1887, 3e fascicule, p. 769.

fait dans vos différentes exploitations et quels sont les résultats que vous avez obtenus dans cet ordre d'idées.

M. Mayer (*France*). Il y a, au commencement du rapport, un passage qui n'exprime pas probablement d'une façon exacte la pensée de M. Klemming. C'est le suivant : « La question de l'utilité d'équilibrer les roues n'a pas spécialement attiré l'attention des ingénieurs du matériel. » Le reste du rapport prouve que le contraire est exact. En réalité, on s'est beaucoup occupé de cette question. Dans tous les cas, il est certain que les Compagnies françaises notamment s'y sont grandement intéressées. M. le Président a, tout à l'heure, fort bien dit qu'au chemin de fer du Nord on n'a pas perdu ce problème de vue. D'autres Compagnies ont agi de même. Il est surtout facile d'équilibrer les roues pleines; elles s'équilibrent mieux que les roues à rayons. L'origine des roues pleines est très ancienne. On a fait des roues pleines au commencement, dans le but d'éviter la poussière. Dans certains cas, le remplissage était fait au moyen de pièces rapportées sur les rayons. Il y a une trentaine d'années, on a commencé à faire des roues à centre plein pour les voitures à voyageurs. On a obtenu ainsi des roues mieux équilibrées que ne le sont les roues à rayons. C'étaient des roues pleines à disque plat ou à toile plane. Plus tard, on a fait des roues pleines avec les toiles ondulées. On est obligé de tourner les roues à toiles ondulées, à cause de l'épaisseur du métal, qui ne sort pas bien régulièrement du laminage, notamment dans les congés de raccordement avec la jante. Les roues pleines à disque plat ont été employées, depuis une trentaine d'années au moins, par la Compagnie de l'Ouest.

cette douceur dépend de tant d'éléments qu'on ne peut apprécier si, au point de vue industriel, — je ne dis pas au point de vue scientifique, — il est utile de faire la dépense d'équilibrer les roues, surtout les roues à rayons, en vue du résultat à obtenir. Équilibrer les roues à disque est chose facile. Je prierai M. Delebecque, ingénieur en chef du Nord, de nous renseigner au sujet de ce que je viens de demander.

M. Delebecque (*France*). Je demanderai à M. le Président et à M. Kossuth la permission d'exposer l'origine de ce que nous avons fait. Nous avons eu, comme tous les chemins de fer, des roues à rayons pour les voitures à voyageurs. Notre matériel n'était pas plus mauvais que celui des autres Compagnies de ce temps-là; il n'était pas non plus meilleur. Nous avons substitué, en vue de la poussière, comme l'a expliqué M. Mayer, des roues à centre plein à nos roues à rayons. Ces roues à centre plein étaient laminées brutes avec un laminoir circulaire. C'est une fabrication bien connue. Après avoir fait cette substitution, nous reconnûmes que notre matériel était devenu beaucoup plus mauvais. M. Bricogne, dont M. Belpaire a prononcé tout à l'heure le nom, s'est demandé la raison de ces défectuosités, et il a fini par la trouver d'une façon absolue, complètement nette, c'est-à-dire que les calculs correspondent avec la pratique. Si vous calculez la force d'inertie d'un certain poids excentré à l'extrémité du diamètre de la roue, qui est de 80 centimètres à 1 mètre, vous voyez que le ressort, pour un poids excentré de 10, 12 kilogrammes, se charge et se décharge considérablement à chaque tour de roue. Vous avez un mouvement constant de votre ressort et de votre voiture. Nous avons fait non seulement des calculs, mais des expériences du reste excessivement concluantes. Pour équilibrer nos roues, qui existaient depuis longtemps pour la plupart, nous ne pouvions pas les mettre sur le tour pour obtenir une toile parfaitement ronde. Nous aurions enlevé trop de matière, et le métal eût été trop mince. On a placé la roue sur pointe. On a appliqué le contrepoids nécessaire pour contrebalancer la diminution de poids existante avec les rayons les plus chargés. On a alors essayé de monter une roue bien équilibrée sur une voiture. Cette voiture était bonne. Au voyage suivant, on enlevait le contrepoids; la voiture devenait détestable. Cependant la roue était la même. Le contrepoids était seul enlevé, on n'avait pas touché à la voiture. Ce n'est pas à dire qu'il ne faille pas beaucoup d'autres conditions pour avoir une bonne voiture. Il est nécessaire que les plaques de garde soient d'équerre et que les essieux roulent parallèlement. Une chose qui tourne aussi vite qu'une roue doit être bien équilibrée.

M. Kossuth. Je remercie M. l'ingénieur en chef de ce qu'il vient de dire. L'expérience du chemin de fer du Nord est très concluante, puisqu'elle démontre qu'en enlevant le contrepoids, on a immédiatement endommagé la régularité de la marche de la voiture.

M. Delebecque. Les quatre cinquièmes des roues anciennes ont été construites sans qu'on songeât à les équilibrer; elles ont été équilibrées après coup avec des plaques de tôle qui forment contrepoids. Pour le faire, on met les roues sur pointe. On a un appareil spécial qui montre le poids à ajouter à la roue pour que l'équilibre se maintienne dans n'importe quelle position de la roue montée sur pointe. On rive le contrepoids; c'est fini.

M. Hubert (*Belgique*). Nous avons suivi exactement les errements de la Compagnie du Nord, à la suite d'une visite que je lui ai faite il y a quelques années. Nous nous en sommes bien trouvés. Mais nous ne sommes pas encore complètement montés. Comme le dit M. Delebecque, le simple calcul montre qu'un balourd de quelques kilogrammes suffirait pour enlever une paire de roues qui tourneraient librement.

M. Delebecque. C'est un calcul élémentaire : quand une roue est mal équilibrée et que vous la mettez sur pointes, en la faisant tourner très vite, elle risque de s'échapper, par l'effet de l'excentricité, des pointes qui la maintiennent.

M. le Président. Nous avons constaté maintes fois dans les locomotives l'influence de l'excentration. Il y a nombre d'années, dans un de nos tunnels de la

M. Mayer. M. Kossuth a paru penser tout à l'heure que l'équilibre des roues provoquait une grosse dépense. En ce qui concerne les roues à centres pleins, c'est-à-dire celles dans lesquelles le moyeu, la toile remplaçant les rayons et la jante sont laminés d'un seul morceau, la dépense est, au contraire, si faible que, dans les cahiers des charges de la Compagnie de l'Ouest, pour les roues à centres ondulés, il est prescrit aux fabricants de les livrer absolument équilibrées. Il n'y a qu'une tolérance très faible pour le défaut d'équilibre. Néanmoins, les prix sont très bas.

M. Polonceau (*France*). A la Compagnie du Nord, on équilibre la roue tout entière. Le balourd étant déterminé, on ajoute ou on retranche sur une roue une partie équilibrante; mais il peut se faire qu'une seule roue donne le balourd, que l'autre soit bien et que ce soit irrégulièrement celle-ci qui reçoive le poids équilibrant. Dans ce cas, après rectification, il y a deux balourds au lieu d'un dans le mouvement de la paire de roues. Il est à remarquer que ce qui est bien au repos pour l'équilibre devient mauvais quand la pièce est en mouvement, car les deux balourds n'agissent pas dans le même plan. Il est évident que l'équilibre des roues est une chose excellente. De tout temps, les ingénieurs se sont préoccupés de cette question. Le problème a été précédemment étudié par M. Le Chatelier pour l'équilibre des roues de locomotive. Il est évident que, depuis un grand nombre d'années, les voitures circulaient et qu'il y avait aux roues un certain balourd. Mais lorsqu'une voiture a une mauvaise allure, dépendant d'un vice de montage ou d'une irrégularité de diamètre des roues, l'usure irrégulière des bandages l'indique inévitablement; il n'est donc pas indispensable de vérifier, par des procédés spéciaux, le montage des voitures qui passent aux ateliers pour y subir des réparations étrangères au roulement, quand leurs bandages présentent une usure régulière. On n'a jamais constaté un accident dû au balourd. Cependant, comme les accidents de chemin de fer ne sont pas produits par une cause unique, qu'ils proviennent presque toujours de plusieurs causes accumulées, agissant en même temps, toute disposition pour supprimer le balourd est une bonne chose.

M. Henry (*France*). Au chemin de fer de Lyon, depuis plus de quinze ans, on n'emploie que des roues à rayons, et néanmoins toutes les roues neuves sont équilibrées à l'avance, aussi bien pour le matériel à marchandises que pour le matériel à voyageurs. On équilibre les centres d'abord, et l'essieu ensuite, quand il est monté. On prend même cette précaution, quand on monte l'essieu, de caler les deux roues, de manière que leur balourd soit dans un même plan passant par

l'axe de l'essieu et du même côté de cet axe. Cette condition fait qu'il est plus difficile d'équilibrer l'essieu monté. Si les balourds des roues se trouvaient de part et d'autre de l'axe, le mouvement à grande vitesse occasionnerait une tendance à déplacer l'axe de rotation. On pourrait avoir ainsi un essieu monté qui serait parfaitement équilibré à l'état statique, mais qui serait tout à fait instable en vitesse.

Notre pratique est de tolérer une certaine excentricité pour chaque centre en particulier et pour l'essieu une fois monté.

Je le répète, nous n'employons que des roues à rayons et nous n'éprouvons de ce chef aucune difficulté pour l'équilibrage des essieux montés.

M. Banderali. M. Mayer a dit que la substitution des roues pleines avait rendu la question de l'équilibrage plus facile. Cela est exact. Mais aussi c'est la substitution des roues pleines aux roues à rayons qui a amené le mal ou qui a fait qu'on s'en est aperçu davantage. Les roues à rayons composées d'éléments identiques assemblés, étaient naturellement équilibrées. Les toiles des centres laminés pleins, étant d'épaisseur variable, ont créé des différences de répartition de poids beaucoup plus appréciables.

M. Delebecque. Il faudrait ajouter, pour élucider la question, que les roues primitives à rayons étaient en fer laminé. Elles avaient des moyeux en fonte, tandis que les roues en fer forgé de la Compagnie de Lyon peuvent être mal équilibrées. Le mal a été empiré par l'application des roues pleines.

[redacted]

mière roue à toile droite ne s'est pas produit partout, et notamment à la Compagnie de l'Ouest. Les premières roues à centre plein en fer laminé n'étaient pas plus mauvaises que les autres. Elles étaient peut-être meilleures, en ce sens que lorsqu'on a des roues à centre plein, on est obligé de les tourner avant de poser les bandages. Les roues à rayons, on ne les tournait pas.

Je suis de l'avis de M. Banderali en ce qui concerne la roue anglaise en bois, la roue Mansell, pour l'appeler par son nom le plus connu. La roue Mansell était excellente. Je l'ai employée, bien qu'elle fût chère, pour les voitures de luxe. J'ai été très satisfait de ces roues en bois. Malheureusement, l'apparition du frein continu en a rendu l'usage impossible. Le frein continu n'est pas compatible avec le mode de fabrication de la roue Mansell : le frein la disloque. Autrefois, la roue en bois était bonne pour les voitures de première classe, parce qu'il était de principe qu'on ne mît jamais un frein sur une de ces voitures. Depuis l'emploi du frein continu, nous avons dû renoncer aux roues en bois pour les voitures de première classe. Nos roues à centre plein, je le répète d'ailleurs, sont parfaitement équilibrées et à très bon marché.

M. Klemming. J'ai à m'expliquer sur la première phrase de mon exposé. Je n'ai pas voulu dire que les ingénieurs n'eussent pas songé à l'utilité d'équilibrer les roues. Au contraire, ils ont été d'avis que, dans le mode de fabrication des roues, on trouverait la garantie de leur équilibre.

Nous avons à remercier M. Bricogne de ce qu'il a fait dans ce sens. L'attention des ingénieurs a été appelée, grâce à lui, sur les défauts qui existaient dans les roues.

M. Huberti (*Belgique*). M. Mayer a dit que l'emploi des roues en bois était incompatible avec celui des freins continus. N'emploie-t-on plus des roues en bois, en Angleterre, depuis que l'on y applique des freins continus ?

M. Kossuth. L'Administration des chemins de fer de la Haute-Italie avait, dans le temps, essayé la roue Mansell pour quelques voitures de luxe. A cause des lignes à forte rampe que nous exploitons, nous avons dû nous servir des freins continus, même pour les voitures de luxe. Il a fallu renoncer, par suite, à l'emploi de ces roues en bois.

M. Delebecque. Le bois travaille plus que le fer.

M. Barton Wright (*Italie*) [1]. M. Huberti a demandé si, en Angleterre, on

[1] Paroles prononcées en anglais et traduites en séance par M. Banderali.

avait abandonné l'usage des roues en bois depuis l'emploi des freins continus. L'inconvénient signalé par M. Kossuth s'est, en effet, manifesté en Angleterre dès qu'on a employé les freins continus; mais malgré cela, on est resté fidèle, en grande partie, à l'emploi des roues Mansell. Cependant, certaines Compagnies y ont trouvé de tels inconvénients, qu'elles ont remplacé ces roues par des roues pleines en fer forgé. Pour continuer à employer les roues en bois, on a dû modifier légèrement leur construction, c'est-à-dire augmenter le centre de telle façon que les deux plateaux qui constituent ce centre couvrent une plus grande partie du bois et donnent à la roue plus de résistance. En même temps, on a adopté un nouveau mode de fixer le bandage et de construire la partie extérieure de la roue, qui lui donne plus de compacité. Bien que la roue conserve son homogénéité dans les différentes parties, il doit résulter de cette construction qu'elle constitue plutôt une roue en fer avec centre en bois.

M. Delebecque. Toutes ces roues-là sont naturellement équilibrées par leur construction même.

M. Ely (*États-Unis*) [1]. A l'origine, on a employé également en Amérique la roue Mansell. Au bout de peu de temps, à cause des changements considérables de température, des variations de l'atmosphère, on a dû abandonner cette roue, qui tantôt se séchait trop et tantôt s'humidifiait trop. On a essayé, à ce moment, les roues en papier. Elles ont eu beaucoup de succès à l'origine; on les a employées d'une façon très heureuse dans bien des cas, notamment pour les voitures Pullman. Ces voitures, qui [illegible] en Amérique, [illegible], et le sont peut-être

roues en fonte, en acier fondu, en fer forgé avec un bandage en acier, les roues Arbell, les roues moulées ou matricées.

Outre que ces roues résistent mieux à l'action du frein, on les trouve plus économiques que les roues en papier. Il y avait des roues en papier en Amérique qui coûtaient jusque 400 francs pièce, tandis que pour 200 francs on a une roue formée d'un centre en fer et d'un bandage en acier.

M. Parent (*France*). J'appuie les observations de M. Ely, en ce qui concerne la supériorité des centres en fer sur les centres en papier.

Je fais cependant certaines réserves sur la manière dont ces derniers se comportent en service.

Bien que les expériences que nous ayons faites sur quelques centres en carton comprimé soient moins importantes que celles du Pennsylvania Railroad, elles sont pour nous déterminantes, car elles portent sur une période de plus de trois années. Ces centres, fabriqués à Pont-à-Mousson, sont, en effet, en service depuis 1884. J'incline à penser qu'ils ont été fabriqués avec plus de soin que les centres américains dont nous a entretenus M. Ely; toujours est-il que nous n'avons trouvé aucune différence, ni en bien, ni en mal, avec nos centres en fer à toile ondulée, soit au point de vue de l'ovalisation ou de l'attache des bandages, soit au point de vue de l'usure de ces derniers. C'est surtout cette dernière comparaison qu'il s'agissait d'établir, les inventeurs ayant beaucoup insisté sur ce point que les bandages s'usaient moins vite avec des centres en carton.

Cette supériorité n'existant pas, ainsi qu'en témoignent nos relevés, et les roues en fer étant d'un prix notablement moindre que les roues en carton, tout en étant d'une très grande durée et d'une visite plus facile, nous n'avons pas étendu l'application des centres en carton.

M. le Président. Vous avez des freins?

M. Parent. Ces roues circulent tous les jours avec le frein continu Wenger. Je compte les laisser en service.

M. Henry. Je dirai, à la suite des observations faites par M. Mayer sur les roues Mansell, que, pour des raisons de sécurité, nous avons interdit, en principe, au chemin de fer de Lyon, la circulation des véhicules montés sur ces roues; nous ne les admettons qu'à titre tout à fait exceptionnel, et sous la condition absolue que les véhicules qui en sont munis ne soient pas freinés, ce qui, avec l'obligation actuelle des freins continus dans les trains de voyageurs, équivaut à une proscription totale.

M. le Président. Cela caractérise parfaitement la discussion.

M. Polonceau. Les diverses Compagnies de chemins de fer en Autriche ont constaté les inconvénients signalés par M. Ely dans l'usage des roues avec centre en bois, par suite des différences de température : les variations hygrométriques amenaient la dislocation des roues. En Autriche, les changements de température sont très considérables. Les Compagnies autrichiennes qui avaient de ces roues en service y ont renoncé et les ont remplacées par des roues en fer forgé avec toiles métalliques.

M. Nagelmackers (*Belgique*). La Compagnie des wagons-lits a utilisé les roues Mansell sur une large échelle. Mais ces roues ont été condamnées depuis l'emploi des freins continus. Nous ne pouvons plus les employer nulle part.

M. Dieudonné (*France*). Sur le chemin de fer de l'Est, nous avons adopté la mesure qui a été appliquée sur la ligne de Lyon. J'ajoute cette observation à l'appui de celles qui ont été présentées dans le même sens. Nous devons interdire l'emploi des roues Mansell sur toutes les voitures munies de freins continus.

M. le Président. Nous pouvons donc clore la discussion. Je vais tâcher de la résumer. Au point de vue du balourd, nous sommes tous d'accord qu'il est indispensable de prendre des mesures pour en éviter les inconvénients; qu'il n'y a pas seulement nécessité d'équilibrer les roues, mais qu'il faut que toutes les paires de roues, montées sur essieu, soient dans les meilleures conditions possibles de roulement.

primé) ne sont plus guère rationnelles ni possibles avec l'emploi des freins continus. Au point de vue du service des voyageurs, on ne peut plus établir de voitures sans frein et sans frein continu.

M. Mayer. Ce n'est pas parce qu'il est continu qu'il disloque les roues, c'est parce qu'il est un frein. Les mêmes inconvénients se seraient présentés si, avant l'introduction du frein continu, on avait fait agir un frein à main sur des roues Manse .

M. Dieudonné. Le frein sert plus souvent, depuis qu'il est continu.

M. le Président. Ce premier point résolu, nous passons au second littéra de l'exposé de M. Klemming.

B. — De la suspension.

M. Hubert. D'après le rapport de M. Klemming, il semblerait que tout le monde ne fût pas d'accord, loin de là, sur la nécessité de suspendre la caisse. Je crois que c'est le point que l'on pourrait le plus utilement soumettre à la discussion.

M. le Président. La double suspension.

M. Delebecque. Il est difficile de juger cette question-là d'une façon générale. La suspension d'une voiture doit être faite, en général, pour la voie sur laquelle elle est appelée à circuler. Si nous prenons quelque chose de tout à fait différent d'un chemin de fer, par exemple une bille de billard qui roule sur un tapis bien uni, nous voyons qu'elle avance sans choc. Par conséquent, il serait inutile de lui mettre des ressorts. Au contraire, quand vous avez une voie cahotante, il faut mettre une suspension beaucoup plus élastique que si vous vous approchiez de la voie parfaite. Je crois donc qu'il est difficile de comparer deux systèmes de matériel, puisque chacun doit être fait pour la voie sur laquelle il circule en général. Les uns mettront une suspension plus parfaite parce qu'ils auront une voie moins parfaite; les autres se contenteront d'une suspension moins élastique, parce qu'ils auront une voie rigide. La voiture sera alors plus agréable, parce qu'elle marchera plus droit et qu'elle n'aura pas de mouvements ondulatoires.

M. le Président. Au point de vue du service international, il serait utile d'arriver à des voitures qui se comportassent bien sur toutes les lignes.

M. Kossuth. L'observation de M. Delebecque est parfaitement juste. Il me semble que le matériel roulant doit nécessairement être conduit de façon à supposer que les exigences financières ou autres obligent les Compagnies, sinon sur des lignes principales, au moins sur des lignes secondaires, à avoir des rails qui peut-être ne sont pas absolument parfaits. Par suite, loin de choisir comme type de matériel celui qui devrait rouler sur les meilleures voies possibles, il serait plus juste de prendre comme type de matériel celui qui doit servir sur les plus mauvaises voies qu'une Compagnie puisse avoir.

M. Delebecque. On va lentement sur ces voies.

M. Kossuth. Il y a quelquefois des circonstances qui obligent à aller lentement. Je ferai remarquer à M. Delebecque, qui est ingénieur en chef d'une ligne qui n'a pas de pentes et surtout pas de tunnels, que d'autres Compagnies ne se trouvent pas dans les mêmes conditions; elles ont des lignes à tunnels et à fortes rampes. Par suite, ces lignes, en dépit de toute l'attention que le personnel des voies met à y organiser le service, arrivent forcément, périodiquement, à un état qui peut-être n'est pas très satisfaisant.

Le caoutchouc intercalé entre la caisse et le train constitue-t-il une véritable suspension? Je ne le pense pas. C'est simplement l'emploi d'une matière pas tout à fait solide, légèrement plus élastique que le bois, et pas toujours. La question ne doit pas être traitée comme une question de double suspension. Le caoutchouc interposé entre la caisse et le train n'est qu'un artifice pour rendre la voiture moins audible au point de vue du bruit et des vibrations. La suspension

preuve que nous l'appliquons. Il y a une nouvelle considération qui doit nous faire pencher du côté de la double suspension : je veux parler de l'emploi du frein continu sur les voitures à voyageurs. Cette double suspension a l'avantage de supprimer presque toutes les secousses dues au broutement des freins.

M. Hubert. Nous l'avons constaté chez nous. Nous avons remarqué une différence énorme, au point de vue du frein, entre la voiture qui a la double suspension et celle qui ne l'a pas. Auparavant, les freins donnaient des vibrations désagréables dans la caisse. Les mêmes voitures à caisses suspendues sur des ressorts en spirale n'offrent plus cet inconvénient.

M. Delebecque. Quand le travail est bien fait, on ne s'aperçoit pas de l'application des freins.

M. Mayer. Nous nous sommes mis d'accord pour ce qui concernait les roues. Ici, nous arriverons plus difficilement à des conclusions communes. Qu'est-ce que la suspension? Que recherche-t-on quand on veut bien suspendre une voiture? A atténuer les chocs transmis par la voie avant qu'ils soient arrivés aux voyageurs. Il faut que les voyageurs ne s'aperçoivent pas — c'est idéalement le but — des perturbations qui viennent de l'extérieur. On a employé deux moyens à cet effet. Le premier, c'est le ressort de suspension ordinaire. On pense généralement, et c'est du moins mon avis, qu'il faut faire le ressort de suspension très long; mais dans cet allongement on a été arrêté par des considérations tout à fait différentes de la suspension elle-même. A mesure qu'on fait un ressort plus long, il faut le faire plus haut, afin de ne pas abaisser l'axe de traction, et il arrive que la place fait défaut. Il y a, par exemple, des ressorts qui ont $2^{m}10$, et si on ne les allonge pas davantage, c'est uniquement parce que leur hauteur serait trop forte. Quand un choc tend à soulever la roue, avant qu'il se transmette à la voiture, il doit passer par toute la longueur du ressort. Il y a là une espèce d'allongement de l'oscillation, et celle-ci est moins dure pour le voyageur. J'ai essayé, beaucoup d'autres ont essayé aussi, de faire des suspensions successives, en les superposant les unes sur les autres. Comme résumé de l'application de ces idées, j'ai essayé, indépendamment de la suspension ordinaire de toute la voiture sur les roues, de suspendre la caisse sur les châssis, et j'ajoute les sièges sur la partie fixe de la caisse. Ces trois suspensions constituent une manière d'allonger le délai pendant lequel un choc se transmet jusqu'au voyageur et, par conséquent, de l'adoucir, de l'allonger, de le rendre plus ondulatoire. Quand le choc n'est pas trop saccadé, les voitures peuvent prendre un certain

balancement, et des voyageurs éprouvent parfois le mal de mer. Voilà un premier aspect de la suspension.

Il y en a un autre, c'est la trépidation. Je dois attirer votre attention tout de suite sur les tapis de grande épaisseur que l'on met dans les voitures. M. le directeur de la Compagnie internationale des wagons-lits a mis dans ses voitures une très grande épaisseur de tapis. Cette grande épaisseur a pour effet, qu'on le veuille ou qu'on ne le veuille pas, d'atténuer les chocs avant qu'ils arrivent aux voyageurs. C'est absolument la même idée qui fait que l'on s'assied sur un coussin au lieu de s'asseoir sur du bois. J'ai personnellement employé des tapis d'une grande épaisseur, en mettant plusieurs tapis les uns sur les autres. Par ce procédé, le roulement est plus doux, le bruit est amorti, les trépidations sont atténuées.

Voilà des points de vue qui ne sont pas les mêmes, mais qui ont un but commun, c'est de donner au roulement de la voiture le plus de confortable possible. Plusieurs systèmes sont employés ou à l'étude pour produire ce résultat et il est impossible de les décrire ici.

Je demanderai à appuyer quelque peu l'observation faite tout à l'heure par M. Delebecque. La suspension, les ressorts, tous ces moyens d'atténuation des chocs ne sont pas du tout faits pour les voitures; ils sont faits pour la voie. Il y a des lignes, — je ne citerai pas les Compagnies, mais j'en connais, — il y a des lignes, dis-je, dans un même réseau, qui avaient une voie imparfaite, une voie en médiocre état. Lorsqu'on employait sur ces lignes le matériel construit

le châssis et la caisse une matière qui ne vibre pas, qui ne transmet pas. Ce n'est donc pas là un ressort. Au point de vue du mouvement ondulatoire, je crois que moins on a d'intermédiaires, mieux cela vaut. Si on a un seul ressort qui a les amplitudes voulues, pourquoi en poser davantage?

M. Banderali. Je voudrais dire quelques mots sur cette question en partant de ce que vient de dire M. Mayer. Il est certain que le problème que tout le monde cherche à résoudre est d'accumuler le plus de matières absorbantes ou élastiques entre le choc de la roue sur le rail et les voyageurs. Les différents moyens dont on se sert ont été expliqués par M. Mayer. Il a parlé en particulier des tapis épais qui, dans le matériel de la Société des wagons-lits, concourent à l'effet d'amortissement du bruit et des vibrations, et donnent un grand confort aux voyageurs. Il y a aussi, dans les voitures de la Société des wagons-lits, autre chose qui concourt à faire obtenir cet excellent roulement. Les voitures vraiment bonnes de cette Société sont les longues et lourdes voitures portées sur deux trucks ou *bogies*. Or, dans la composition de chaque truck entrent plusieurs ressorts élastiques, en spirale ou en caoutchouc, à lames, etc. La matière élastique est multipliée considérablement, et la caisse, reposant sur les pivots portés par ces trucks parfaitement suspendus, est, elle-même, très doucement portée. Un des avantages de ce système est que les masses élastiques dont vous parlez s'accumulent dans le truck, et que les chocs passant par elles s'y absorbent et n'arrivent au pivot que très atténués. Ce sont des faits dus à la manière dont la voiture est construite. Le choix d'une suspension parfaite est bien moins intéressant pour le matériel américain à trucks que pour le matériel européen à essieux indépendants, qu'il soit à deux ou trois essieux, puisque, dans ce genre de voitures à trucks, qu'un ressort soit plus ou moins flexible, les inconvénients d'une suspension moins parfaitement étudiée et entretenue sont moins sensibles pour la caisse qu'avec le système à deux essieux. Quand on construira un matériel qui, comme le disait M. Kossuth, ira sur toutes les lignes — ce qui deviendra une nécessité de plus en plus grande à cause de l'accroissement des services internationaux — sa qualité devra être indépendante de la qualité de la voie sur laquelle il roule.

Il y a un petit point sur lequel j'attire votre attention. On a parlé de plaques de caoutchouc que l'on place sous la caisse pour amortir les chocs et qui ne peuvent être considérées comme une suspension. Elles ont un effet heureux au point de vue de la répercussion sur la caisse de l'action des freins et de l'impression que reçoit le voyageur lorsque les freins fonctionnent. On a essayé, depuis quelques

années, de pousser plus loin encore les effets de cette préoccupation : tous les organes des freins sont, dans certains cas, entourés eux-mêmes de caoutchouc, pour interposer encore plus de matière élastique entre le sabot broutant sur le bandage et le corps de voiture. C'est encore un moyen qu'il faut indiquer. Il peut être utile de doubler la suspension d'un frein d'une plaque de caoutchouc qui empêche la vibration due au serrage des freins d'être aussi forte sur le corps de la voiture.

M. Mayer. Je suis absolument d'accord avec M. Banderali en ce qui concerne les voitures. Je citerai comme exemple la dernière voiture adoptée par la Compagnie des wagons-lits, la voiture américaine du genre Pullman, qui réalise absolument le type du confort. Il est parfaitement certain que ce type de voiture est celui qui empêche le mieux le choc de se transmettre au voyageur. Si vous avez un mauvais joint de rail et si vous passez dessus avec une voiture à deux essieux, surtout lorsque ces essieux sont rapprochés, à l'instant où l'un des essieux tombe sur le joint, vous avez un choc considérable. Avec une voiture à bogies, la dénivellation d'un truck ne se transmet à la voiture qu'en passant par un pivot, ce qui atténue considérablement le choc. Mais, par contre, les voitures à bogies ont le défaut d'être très lourdes et très chères, et l'on se trouve placé entre deux écueils : ou augmenter considérablement et sans compensation suffisante les charges des Compagnies, ou demander au public des prix de transport qui seraient véritablement inabordables.

M. Banderali. Nous sommes d'accord. C'est surtout dans les grandes vitesses

indispensable d'arriver à donner le moins de poids possible à la partie non suspendue, roues et essieux.

Partant de là, je crois qu'on peut avoir la suspension la plus complète possible dans un seul élément, dans le ressort. Vous avez l'inconvénient d'avoir dans le bogie une masse considérable mal suspendue.

M. Kossuth. Est-ce que la multiplicité des petites réactions qui sont la conséquence de toute espèce de matières élastiques, ressort ou caoutchouc, ne rend pas le mouvement désagréable?

M. le Président. Il y a nombre d'années, j'ai fait cette remarque qu'à mesure que des voies sont devenues plus solides, on a dû perfectionner les moyens de suspension. Quand nous avions des rails très légers, des rails qui pliaient, on pouvait avoir des ressorts très courts. On était assez mollement bercé. On ne se plaignait pas de ce mouvement. A mesure que la voie s'est solidifiée, on a passé de ce mouvement ondulatoire à la vibration, et c'est elle surtout que nous avons à combattre, parce qu'elle fatigue le cerveau de l'homme.

M. le baron Prisse. Dans le cas que l'on vient de citer, une considération essentielle a été omise : c'est celle de la vitesse. Lorsque nous avions les petits rails, un matériel plus léger et des voitures plus courtes, on ne se plaignait pas. Mettez-vous dans une brouette, faites-vous rouler doucement, même sur un mauvais terrain, vous ne ressentirez rien de désagréable, bien qu'il n'y ait pas d'autre suspension que celle de l'homme qui vous mène; mais faites courir cet homme : vous ne pourrez y tenir. Il en est de même sur un chemin de fer. Si vous êtes dans une mauvaise voiture et que vous marchiez au pas, vous ne souffrirez pas; mais marchez à la vitesse de 40 kilomètres, qui était la limite avec les premiers rails, la voiture deviendra mauvaise. Prenez la meilleure de toutes les voitures et roulez à la vitesse, aujourd'hui inconnue, de 200 kilomètres au lieu de 100 kilomètres, qui est déjà une belle rapidité, je pense que vous n'y résisterez pas.

On ne devrait pas perdre de vue cette simple considération quand on parle de faire un matériel qui puisse aller sur toutes les voies : il faut que la vitesse de n'importe quel matériel soit déterminée par l'état de la voie.

M. le Président. Une expérience toute récente que nous venons de faire en Belgique milite en faveur de ce que j'ai exposé. Nous avons adopté un nouveau rail, un rail de 53 kilogrammes au mètre, et nous l'avons déjà placé entre Bruxelles

et Malines sur certaines sections. J'ai parcouru plusieurs fois ces sections dans les meilleures voitures. J'ai la conviction intime que si nous avions toutes nos voies constituées avec des éléments aussi solides que celui-là, il faudrait nous préoccuper de perfectionner notre suspension au point de vue des vibrations. Plus une voie est solide, plus on est exposé à ressentir les effets de ces vibrations.

M. Mayer. Nous faisons irruption dans le champ du voisin; cela est inévitable, car toutes les questions de chemin de fer se tiennent, et il est impossible de les cataloguer isolément les unes à côté des autres. Par exemple, la qualité de la voie a une influence absolue sur le roulement des voitures. Si on veut bien apprécier l'importance de la voie pour les grandes vitesses, il faut aller en Angleterre. C'est en Angleterre qu'on a depuis le plus longtemps les très grandes vitesses et l'on y trouve d'excellents roulements de voitures.

A quoi cela tient-il? Principalement aux deux causes suivantes : 1° la suspension et la qualité des voitures à bogies; 2° à la qualité de la voie. La qualité de la voie anglaise est d'être solide, uniforme et régulière. Par exemple, les traverses en bois sont, sur le continent, d'une forme plus ou moins irrégulière. On admet des tolérances dans la section, dans les angles et dans la largeur des traverses. Sur les principales lignes anglaises, aucune tolérance n'est admise : les traverses sont identiques les unes aux autres, leur section est uniformément un rectangle de un pied sur six pouces. Il en résulte que les passages sur les traverses et sur les parties qui les séparent sont uniformes et réguliers.

C'est une condition qui me paraît très bonne et qui a fait ses preuves depuis

[redacted]

employé dans le sens transversal à la voie : les suspensions des bogies sont composites.

A l'origine, on s'était beaucoup servi de ressorts en caoutchouc comme égaliseurs, comme amortisseurs dans les trucks. Plus tard, on a trouvé que ces ressorts étaient d'un mauvais usage et on les a remplacés par des ressorts en spirale, en acier.

Voici comment on peut expliquer que cette combinaison des deux genres de ressorts donne de meilleurs résultats : Sur nos voies, nous avons de fréquentes courbes; les trains de grande vitesse, attaquant ces courbes, éprouvent des chocs soudains dans le sens latéral que les trucks, par la position d'une série de ressorts, permettent d'amortir. Les chocs produits à des passages brusques dans les courbes sont amortis et absorbés par une partie des ressorts; tandis que lorsque la voiture est de nouveau sur une ligne droite, les autres ressorts entrent en fonctions pour amortir les chocs verticaux et donnent une bonne suspension.

Je crois que la combinaison de ces deux systèmes de ressorts est pour beaucoup dans la suspension douce que peut donner un bogie.

Je voudrais répondre à une des questions soulevées, qui a trait à l'action de la vitesse sur la douceur du roulement. A ce sujet, je rappellerai ce qui s'est passé lorsque le président des États-Unis, M. Garfield, blessé à mort, a été déposé dans une gare et a dû être transporté, sur les ordres des médecins, au bord de la mer, dans les conditions les plus favorables.

J'ai été chargé, comme ingénieur en chef du Pennsylvania Railroad, de trouver les moyens de conduire le président de la manière la plus douce sur les rives de l'Atlantique. J'ai fait disposer dans une voiture, pour supporter le brancard, une double suspension intérieure. A l'extérieur, cette voiture ne différait pas, dans sa construction générale, des autres. On a marché d'abord à 30 milles à l'heure, c'est-à-dire à 45 kilomètres. On sentait énormément les vibrations. J'ai conseillé alors de marcher à 60 milles, disant que cette vitesse était le seul moyen d'absorber les vibrations; et, en effet, le roulement a paru beaucoup meilleur.

J'ai cité cet exemple comme une preuve que la vitesse est un des éléments de l'absorption des petites vibrations dont nous avons parlé, et procure un roulement uniforme qui est très favorable à sa douceur.

M. Banderali. Que pensez-vous de l'influence du poids ou de la masse de la voie sur la suspension des voitures?

M. Ely. Là-dessus, des expériences n'ont pas été faites d'une manière spéciale,

mais je crois que plus la voie est rigide et unie, mieux elle est assise et solide, moins il y a lieu de se préoccuper de la suspension des voitures.

M. Mayer. L'influence de la vitesse sur les ressorts n'est pas simple du tout. Si l'on marche à faible vitesse, on tombe dans le joint du rail à chaque fois et l'on remonte ensuite. Le mouvement est très dur. A une vitesse plus grande, la roue n'a pas le temps de tomber, ou plutôt le ressort ne fléchit pas complètement. On a une certaine atténuation du choc quand on va plus vite. En Angleterre, la vitesse est grande depuis longtemps. Je me rappelle des expériences que j'ai faites dans ce pays après la première exposition universelle de 1851. J'ai circulé sur les lignes anglaises avec l'intention de faire une expérience comparative de la qualité de toutes les voies, qui étaient en même temps les voies les plus disparates depuis les supports sur dés en pierre, jusqu'à la voie Brunel sur longrines de un pied carré de section. A ce moment, on marchait déjà régulièrement à un mille par minute, soit 96 kilomètres à l'heure, ce qui suppose une vitesse par moments plus grande. La grande vitesse n'est donc pas une chose nouvelle, au moins en Angleterre.

M. Nagelmackers. M. Mayer disait tout à l'heure que les meilleures voitures à bogies employées par la Société des wagons-lits étaient les Pullman. Nous avons employé différents bogies. Nous considérons ces voitures comme les meilleures. Nous avons dû modifier le système de choc des bogies américains, pour les rendre applicables dans notre pays.

[redacted]

une voie faible, mais très élastique, le véhicule n'a pas besoin de ressorts aussi flexibles. Mais comme la voie ne peut pas être absolument régulière dans son élasticité, il est préférable de reporter toute l'élasticité dans la voiture. La flexibilité des ressorts serait moins nécessaire sur une voie moins solide. Sur une voie en maçonnerie, il faudrait plus de flexibilité dans les ressorts pour parer aux chocs résultant des inégalités de la voie.

M. Mayer. On a dit : Quand la voie est elle-même élastique, il y a plus ou moins d'élasticité dans la voiture.

Cette observation a du vrai. Mais les voies n'ont pas seulement de l'élasticité ou de la rigidité, elles ont aussi de la régularité. C'est là un point capital. La voie doit être régulière. Si le joint n'a pas les mêmes résistances que le rail lui-même, dans le sens vertical et dans le sens horizontal, vous avez chaque fois une secousse. Je tiens beaucoup à une voie régulière. On a fait de grands efforts pour rendre la voie en même temps régulière et solide.

M. le Président. Il y a un point qui n'a pas été rencontré au sujet de l'utilité de la deuxième suspension. Faut-il que la caisse et le châssis ne forment qu'un tout au point de vue de la solidité de la voiture? Si vous avez une suspension entre le châssis et la caisse de la voiture, le châssis, de son côté, peut se modeler sur les inégalités de la voie, et la caisse peut ne pas participer à ce mouvement et à cette résistance. Ainsi, je crois qu'avec une caisse qui ne serait pas sur double suspension, les glaces, les portières vibreraient infiniment plus qu'elles ne le feraient dans une caisse avec une seconde suspension. C'est ce que nous avons constaté dans la plupart de nos véhicules. Je crois donc qu'il faut deux choses : un châssis qui assure le bon roulement, puis une caisse où les voyageurs soient dans les conditions les meilleures, avec un intermédiaire élastique entre cette caisse et le châssis.

M. Delebecque. La double suspension s'imposera de plus en plus, parce que le poids des voitures augmente tous les jours et qu'on emploie les freins continus. On nous demande une foule de choses qui augmentent le poids des voitures. Quand on veut donner une certaine élasticité de ressorts, on arrive à ne plus pouvoir se servir d'une suspension unique; la caisse vient toucher le châssis, etc. L'expérience vous dit que sur une ligne déterminée, vous devez avoir une élasticité de 12, 14, 16 millimètres de charge par tonne et vous êtes amené forcément à la double suspension. Les Américains, qui ont des voitures plus lourdes sur bogies, sont arrivés à la double suspension, qu'elle soit transversale ou parallèle à la voie. Avec

des voitures très pesantes, vous ne pouvez pas mettre toute l'élasticité dans un seul ressort : la place fait défaut.

M. Mayer. A ce propos, on pourrait peut-être citer une observation faite sur le chemin de fer du Nord, qui a la double suspension dans un grand nombre de ses voitures. Dans les courbes, les petites voitures réussissent moins bien que les grandes. La double suspension n'aura donc pas le même effet dans tous les cas, et si je ne me trompe, la cause de cette différence pourrait être trouvée dans des considérations géométriques.

Il y a d'autres points qui n'ont pas été abordés; des différences de ressorts ne suffisent pas à tout expliquer.

M. le Président. Croyez-vous que nous ayons à entrer dans des détails aussi techniques? Je crois que nous avons un peu à nous restreindre dans les lignes générales de la question. Je tâcherai de résumer cette question un peu longue.

Je crois que nous avons été d'accord pour déclarer, tout d'abord, qu'il est essentiel de réduire le plus possible les masses non suspendues. Ce sont celles-là qui reçoivent directement le choc de la voie; il faut qu'elles soient à leur minimum.

M. Kossuth. Malheureusement, nous avons tous une tendance à augmenter les dimensions des essieux, ce qui n'est guère d'accord avec le désidératum que nous venons de formuler.

M. le Président. Je vais citer un seul exemple. Nos ingénieurs ont dit : Si nous augmentions les dimensions de nos bandages d'un ou deux centimètres, nous

M. Kossuth. Je ne conteste pas le principe. En pratique, nous faisons un peu le contraire.

M. Delebecque. Nous cherchons à réduire le poids des châssis.

M. le Président. Je crois que nous sommes unanimes à reconnaître la grande utilité de la double suspension.

M. Polonceau. Il faut distinguer ce que vous entendez par double suspension. Si vous dites : C'est la double suspension d'une manière générale, il y aura quelque opposition.

M. le Président. Voulez-vous que je pose la question d'une autre manière : Y a-t-il utilité de séparer le châssis de la caisse, ou faut-il que les deux ne fassent qu'un ?

M. Mayer. Puis-je poser la question d'une autre façon encore? Il a été dit tout à l'heure par M. Delebecque : Le ressort ne peut pas être augmenté indéfiniment. Vous arriveriez à un moment — nous y sommes tous parvenus — où il faudrait en mettre un autre qui vînt se superposer au premier, ou se placer à côté. Vous ne pouvez pas augmenter indéfiniment la flexibilité du ressort. Cela dépend du coefficient d'élasticité et du poids de la voiture. Que faut-il faire? Mettre un deuxième ressort. On pourrait alors poser la question ainsi : La double suspension est-elle indispensable dans certains cas; peut-elle être utile dans d'autres?

M. Kossuth. On pourrait poser la question en ces termes : Faut-il interposer une matière élastique entre le châssis et la caisse, sans dire : séparée ou non séparée de ce dernier? Il y a des cas de voitures où le châssis n'est nullement séparé de la caisse.

M. Polonceau. On pourrait dire qu'outre le ressort de suspension, il est nécessaire d'avoir un ressort spécial, un ressort quelconque entre le châssis et la caisse, pour amortir les vibrations.

M. le Président. Qu'il n'y ait pas rigidité complète entre la caisse et le châssis.

M. Henry. On pourrait dire que, dans son ensemble, la voiture doit être aussi bien suspendue que possible. Dire d'une façon absolue que tel procédé vaut mieux que tel autre, c'est peut-être nous aventurer trop, car on peut arriver à des résultats excellents par des moyens différents.

M. le Président. Cela reviendrait à dire que l'on est généralement d'accord qu'il n'y a pas d'inconvénient à avoir plusieurs intermédiaires entre la voie et la voiture.

M. Parent. Nous reconnaissons qu'il y a avantage.

M. le Président. La suspension directe des voitures a été singulièrement critiquée et présente de sérieux inconvénients.

M. Hubert. Voici une rédaction qui pourrait, je pense, être acceptée : Y a-t-il utilité à rendre la caisse des voitures indépendante du châssis, de manière que la première repose élastiquement sur la seconde?

M. Henry. La question est, à mon sens, beaucoup trop précise. Nous ne rencontrerons jamais une opinion unanime sur ce point. Il faut admettre en principe que l'on peut arriver à un excellent résultat par différents moyens et que l'on peut faire de bonnes voitures avec les deux systèmes.

M. le Président. Je crois que nous pouvons clore ce débat sur la suspension. La sténographie reproduira toutes les opinions qui ont été émises. Ceux qui liront nos procès-verbaux pourront se rendre compte du pour et du contre. Nous pourrions passer maintenant au littéra suivant de l'exposé de M. Klemming.

C. — Du poids des voitures.

M. Mayer. Les exigences sont telles que nous devons nous défendre contre les exagérations du poids de la manière la plus énergique. Je ne veux pas que M. Nagelmackers me reproche toujours de l'accuser; mais je dois dire qu'en même temps qu'il a introduit dans les trains un confort que l'on n'avait pas jadis, il a amené une augmentation considérable dans le poids par place offerte. Il y a une augmentation presque du simple au quadruple. Que devons-nous faire en face de cette tendance? Empêcher le poids mort d'augmenter sans cesse. C'est de la dépense que l'on fait là; c'est de la dépense d'établissement et c'est surtout de la dépense de traction.

M. le Président. Ne croyez-vous pas, messieurs, qu'il serait bon de rencontrer d'abord une opinion qui est généralement partagée, c'est qu'on ne peut avoir de bonnes voitures qu'à la condition de les avoir lourdes?

M. Mayer. Nous ne risquons rien.

M. Polonceau. Il faut chercher par tous les moyens possibles à réduire le poids mort. Mais il est nécessaire, d'un autre côté, d'augmenter le confort des voyageurs, puisque ce n'est qu'à cette condition qu'on en aura.

M. le Président. Il s'agit de voir si on fait bien payer ce luxe.

M. Mayer. On ne le paye pas, c'est certain.

M. le Président. Ce sont les voyageurs de troisième classe qui le payent.

M. Polonceau. On pourrait signaler que le confort n'est pas payé suffisamment par les voyageurs. En Autriche et en Allemagne, on paye la vitesse. En France, on ne la paye pas. Il serait juste de faire payer la vitesse. Depuis un certain nombre d'années, le service du matériel et de la traction a diminué énormément ses dépenses; par conséquent, la question du poids mort joue un rôle moins considérable que si la dépense de traction était restée la même. Grâce aux économies faites par les divers systèmes de traction, on est arrivé à transporter à des prix très réduits, ce qui a permis d'augmenter le poids mort par voyageur. Par suite du prix peu considérable du kilomètre-train, on a pu aller un peu plus loin dans cette voie d'augmentation du poids mort par voyageur transporté sans augmenter trop la dépense. Pour certains trains de luxe, ce poids mort par voyageur atteint en moyenne cinq tonnes.

M. Kossuth. Il est certain que la question du poids mort a perdu de son importance depuis que la houille a baissé de prix et que la traction a trouvé d'autres moyens d'économie.

M. le Président. Je crois que nous avons à chercher, au point de vue technique, les moyens d'arriver au moindre poids possible pour les différents véhicules.

M. Polonceau. Il faut s'efforcer, par l'emploi de matériaux de bonne qualité, de réduire le poids de toutes les pièces qui entrent dans la construction des voitures et wagons, autant que les prix ne s'y opposent pas.

M. Mayer. Nous sommes en face de voitures très confortables qui ont, par place offerte, un poids mort variant dans la proportion de 1 à 4. Ainsi, les voitures de première classe de la Compagnie de l'Ouest pèsent environ 300 kilogrammes par place offerte, et il ne serait pas difficile de trouver sur les trains qui circulent en France des voitures de luxe qui pèsent trois ou quatre fois autant. On arrive

ainsi à un total de 1,000 ou 1,100 kilogrammes. Je ne serai pas démenti par mes collègues.

Ne trouvez-vous pas, monsieur le Président, qu'en face d'une différence aussi considérable que celle-là, ce qui est à examiner, c'est le mode de construction de ces voitures?

Nous avons parlé des voitures à bogies. Elles ont de très grandes qualités. Mais il est impossible qu'une voiture à bogies ne soit pas très lourde par place offerte. Cela tient d'abord à ce que les deux trucks entraînent nécessairement une augmentation de poids mort. Ensuite, la caisse étant suspendue sur deux points très distants, il faut que la poutre armée soit constituée d'une manière plus solide, plus lourde. Si donc on faisait porter la discussion sur le point de savoir lequel des modes de construction de ces deux types il faut préférer, on aboutirait à un résultat plus utile qu'en discutant la vieille question de réduction du poids mort.

Nous avons tous cherché à réduire le poids mort depuis que nous sommes attelés à cette besogne; et néanmoins il a toujours été en augmentant, tellement sont envahissantes les causes qui nous entraînent dans ce sens, malgré nous.

M. Polonceau. Par l'emploi de l'acier, on peut arriver à diminuer le poids actuel des véhicules.

M. Banderali. M. Mayer dit qu'il croit impossible de faire des voitures à bogies qui soient d'un poids léger. Si vous entendez par là des voitures de luxe [illegible] Le poids mort par

voitures anglaises. Ces voitures, très longues, ne peuvent pas être légères, par cette raison qu'elles ont une charpente portée sur des points très distants l'un de l'autre.

M. Delebecque. La disposition à donner aux voitures dépend des exigences des exploitations. La seule chose sur laquelle nous puissions être d'accord, c'est que nous devons chercher — étant données les conditions qui nous sont imposées — à faire le matériel le plus léger possible. L'Administration d'un pays où il fait très chaud demandera un cube d'air plus grand que celle d'un pays où il fait moins chaud. Il nous est impossible de fixer des règles à cet égard.

M. le Président. Il y a une question essentielle au point de vue du poids du matériel. La division par caisses est-elle indispensable ou bien peut-on avoir des voitures à couloir? Si vous supprimez les portières, vous arrivez à une construction beaucoup plus légère.

M. Delebecque. La question de la suppression des portières est une question d'exploitation. Allez au Métropolitain de Londres, vous y verrez des portières latérales. L'esprit qui doit nous animer tous, c'est de faire notre matériel le plus léger possible, dans des conditions de solidité convenable.

M. Kossuth. Si nous posons la question sur un terrain aussi vague, c'est-à-dire de construire un matériel le plus agréable possible aux voyageurs et le moins lourd, nous arriverons à un résultat sur lequel tout le monde sera d'accord, mais qui ne sera pas très concluant.

M. Polonceau. On pourrait dire que de tout temps les ingénieurs ont cherché à diminuer le poids mort le plus possible, mais que par suite de nécessités de service, par suite des habitudes données au public, il a fallu augmenter le poids mort, et que la conséquence forcée d'une augmentation de confort est une augmentation de poids mort.

M. Henry. Nous pourrions dire qu'en général, les dispositions tendant à augmenter la lourdeur des voitures doivent néanmoins être admises dans une mesure convenable lorsqu'elles se rattachent à la sécurité, mais qu'au point de vue du confort il convient d'être plus circonspect et de retenir plutôt que de pousser le public à exagérer encore ses demandes.

M. Mayer. Je crois que vous n'arrêterez pas le public. Il n'y aurait qu'un moyen de l'arrêter : ce serait de le faire payer plus cher.

M. le Président. Il y a trente-six moyens de le satisfaire. Il faut le satisfaire légèrement ou le contenter lourdement. (*Rires.*)

M. le baron Prisse. En dehors de la question qui nous occupe ou du moins de sa solution, je désire signaler une expérience qui a été faite sur notre petite ligne, que l'on peut considérer comme une ligne de banlieue. Nous avons cherché à réduire le poids mort. Nous sommes arrivés à construire des voitures légères qui nous ont satisfaits les premières années. Mais nous avons été obligés plus tard de transformer des voitures de deuxième classe en voitures de troisième classe, parce que les voyageurs avaient le droit de se plaindre. Nous sommes forcés aujourd'hui de démolir ces voitures, qui n'ont pas fait le nombre d'années de service qu'on doit attendre de voitures de cette catégorie. Notre matériel est tellement spécial que je ne puis pas le citer.

Je signale ce fait d'une manière générale pour établir qu'on peut arriver à un résultat antiéconomique.

M. Mayer. Au point de vue de la sécurité, on a eu, à l'origine des chemins de fer, des voitures trop légères. L'expérience a prononcé là-dessus. Je rappellerai un accident terrible qui est arrivé en 1856 à un train composé de voitures anciennes et de voitures plus nouvelles à ce moment. A la suite d'une collision, les voitures anciennes ont été réduites en miettes, tandis que les autres n'ont pas eu un seul châssis cassé. Mais ce temps-là est passé, et les voitures ont, à l'heure actuelle, une solidité suffisante.

M. le Président. Il y a dans les voitures des parties constantes qui constituent le plus grand poids du véhicule. Je citerai les buttoirs, les attelages, les châssis. Il est plus que probable que si on employait des matériaux de toute première qualité, bien des dimensions pourraient être réduites.

M. Delebecque. Étant données les conditions d'exploitation, nous devons appliquer tous nos efforts, par le choix des matériaux, à alléger le poids autant que possible.

M. le Président. Est-il bien nécessaire que la distance des buttoirs à la caisse soit aussi longue?

M. Henry. C'est un élément fixé par la Conférence internationale de Berne.

M. le Président. Nous avons indiqué ici quelle doit être notre tendance. Je crois que nous devons nous attacher à diminuer partout les dimensions d'une manière rationnelle.

M. Delebecque. Il faut, étant donné l'effort qu'une pièce doit subir, s'attacher à réduire cette pièce par une excellente qualité des matières.

M. le Président. En augmentant le nombre des places par unité véhicule, vous arrivez à répartir ces constantes sur un plus grand nombre de voyageurs. Les longues voitures présentent, sous ce rapport, un sérieux avantage. Nous avons, en Belgique, des voitures à trois essieux et nous sommes arrivés à diminuer très considérablement le poids mort par place. Nous avons aussi employé le *pitch-pine*, qui nous a singulièrement aidés à atteindre ce résultat.

M. Hubert. Il y a un cube d'air au moins égal à celui que nous donnons à nos voitures actuelles. L'exploitation en est très satisfaite. Le poids mort est plus faible par voyageur. La longueur du train est également moindre.

M. Barton Wright [1]. Il existe en Angleterre, sur plusieurs lignes, des voitures composites à bogies ou trucks de deux et quelquefois de trois classes, à compartiments séparés, où le poids moyen des voitures est de 250 à 300 kilogrammes par place offerte et ne dépasse pas de beaucoup le poids des voitures ordinaires.

[1] Paroles prononcées en anglais et traduites en séance par M. Banderali.

Ceci rentrerait dans ce que nous disions tout à l'heure : c'est qu'en augmentant la caisse, il y a certains éléments de construction fixes, dont le poids se répartit sur un plus grand nombre de places, d'où atténuation du poids par place offerte, malgré l'emploi des trucks et des longues caisses sur ces trucks ou bogies.

M. Mayer. Il me semble qu'il y a ici deux ou trois questions qui sont confondues. On parle de voitures mixtes; or, je ne comprends pas comment on peut comparer le poids par place offerte d'une voiture mixte avec celui d'une voiture de première classe dont il était question, il y a un instant, pas plus qu'avec celui d'une voiture de troisième classe.

M. Verloop *Pays-Bas*. On pourrait tenter de diminuer le poids des voitures par place offerte, en abandonnant la règle qu'une voiture avec portières ouvertes perpendiculairement sur les parois latérales (ce qui n'arrive pas dans la pratique) doit pouvoir passer par le profil de la voie. Il y a des chemins de fer avec un petit profil, qui ont des voitures d'une largeur de 2m80, d'autres, avec des profils plus grands, ont des voitures de 2m60. Si on prenait une largeur un peu plus grande, on pourrait placer huit voyageurs par compartiment de première classe, dix par compartiment de deuxième classe, douze par compartiment de troisième classe.

M. le Président. Cela varie suivant les pays. Je crois que les règles établies ont poussé les choses à la dernière limite. Il serait dangereux d'aller plus loin.

Nous n'aurons pas de réunion générale cette après-midi. Je crois que nous pourrions reprendre cette discussion tout à l'heure. Je vous propose, messieurs, de nous réunir à 2 heures 1/2. (*Adhésion.*)

— La séance est levée à midi et un quart.

Séance du 19 septembre 1887 (après midi)

PRÉSIDENCE DE M. BELPAIRE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BANDERALI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. KLEMMING

La séance est ouverte à 2 heures 1/2.

M. le Président. Notre discussion a été un peu un chassé-croisé ce matin, et nous comprenons que notre excellent collègue et secrétaire, M. Banderali, trouve quelque difficulté à faire son procès-verbal. Je vais lui donner la parole pour qu'il vous expose dans quel ordre d'idées il compte le rédiger.

M. Banderali. Je pense que sur la première partie de la question, relative à l'équilibre des roues sur un même essieu et à la suppression du balourd, nous sommes tous d'accord. La conclusion de notre discussion sera facile. Je vous la soumettrai après rédaction complète.

En ce qui regarde la seconde partie, relative à la suspension, il me paraît très important de préciser l'esprit dans lequel la section désire que ses opinions soient formulées en séance plénière. Il y a eu une proposition verbale de M. Henry à la fin de la discussion sur le littéra *B*. Cette proposition m'a semblé réunir les suffrages de la section. Je crois que c'est à elle que nous nous arrêterons. Seulement, je demanderai à M. Henry de bien vouloir la formuler par écrit.

M. Henry. Voici cette proposition telle que je l'ai rédigée :

« Il est possible de faire des voitures dans de bonnes conditions de roulement, « soit avec la suspension simple, soit avec la suspension double. En général, il « convient d'employer des ressorts d'acier pour suspendre tout l'ensemble du « véhicule sur les roues, et des matières élastiques telles que lames ou blocs de « caoutchouc, feutre, etc., ou même de petits ressorts en acier, pour amortir les « chocs de faible intensité et les vibrations provenant du roulement de la voiture, « et rendre en même temps tout l'ensemble moins sonore. »

J'ai voulu faire une rédaction qui s'appliquât aux voitures dont la caisse est indépendante du châssis comme aux voitures fixées sur le châssis, ainsi qu'on en fait beaucoup.

La Compagnie internationale des wagons-lits a la plus grande partie de ses voitures à trois essieux, dans lesquelles la caisse est fixée à demeure au châssis comme dans la plus grande partie des wagons à marchandises en fer.

Je n'ai pas pu entrer dans le détail de la relation de la caisse avec le châssis. J'ai cherché une rédaction qui embrassât tous les types : voitures à caisse et châssis dépendants, voitures à caisse et châssis indépendants, je dirai même voitures à bogies. Si nous introduisions des détails au sujet du jeu entre la caisse et le châssis, par exemple, nous aurions une rédaction qui ne s'appliquerait qu'à un système déterminé de voitures. Il ne faut pas trop préciser, si nous voulons faire quelque chose de court et de général.

M. le Président. De cette manière-là, nous ne rencontrerons pas cette idée-ci : Faut-il que la caisse soit un élément séparé du châssis?

Il semblait que nous étions d'accord ce matin pour reconnaître qu'il fallait une indépendance.

M. Polonceau. Rien n'empêche de prévoir, dans l'avenir, une construction de ressorts suffisamment doux pour permettre que la caisse soit rivée au châssis. Cela n'est pas trouvé. Il n'est pas impossible qu'on le trouve.

M. Henry. Dire que cela n'est pas trouvé, c'est aller trop loin ; car, je le répète, il existe déjà beaucoup de bonnes voitures dont la caisse est rivée au châssis.

M. le Président. Il est plus rationnel d'avoir des caisses indépendantes du

M. Henry. J'accepte volontiers de mettre les ressorts en acier au premier plan, en tête de l'énumération.

M. Hubert. Je mettrais les ressorts en acier sur le même pied que les autres.

M. le Président. Ce sera fait.

M. Banderali. En ce qui concerne le littéra *C*, il faut aussi que nous fixions nos idées sur le poids des voitures. Cette partie de la question a fait ce matin l'objet d'une discussion confuse, sans que nous ayons formulé les points sur lesquels l'attention doit être attirée. Là aussi, il y aurait lieu d'arriver à une formule qui pût résumer assez bien l'opinion de la majorité, mais sans détails.

M. le Président a résumé la discussion en disant qu'il pensait que tout le monde était d'accord qu'au point de vue de la stabilité des voitures, le poids intrinsèque des éléments de la voiture devait être assez fort.

M. le Président. J'ai dit que c'était une opinion assez répandue, mais qu'elle n'était pas la mienne.

M. Banderali. Il faut que nous trouvions le moyen de formuler l'opinion dont a parlé M. le Président et de nous occuper de la réduction du poids mort dans le sens où M. le rédacteur de l'exposé a présenté sa pensée.

M. le Président. Voici comment est conçue la rédaction de notre secrétaire :

« Or, s'il est constaté que le poids mort dépend en première ligne du type de
« la voiture, abstraction faite du frein, de l'éclairage ou du chauffage, il est
« toutefois évident que les divers matériaux employés dans la construction ont
« une certaine influence sur le poids. Voilà une occasion pour le constructeur de
« réduire, par un choix convenable de matériaux, le poids total des voitures. A cet
« égard, il faut signaler comme éprouvés les moyens suivants : L'emploi du fer
« au lieu de chêne pour le châssis, du pitch-pine au lieu de chêne pour la caisse,
« du carton comprimé au lieu du bois pour les parois et les cloisons; le rempla-
« cement des portes intérieures par des portières en étoffe, etc. »

M. Delebecque. Nous avons conseillé d'employer des matières de choix pour diminuer le poids mort.

M. le Président. Le pitch-pine, au lieu du chêne pour la caisse, le carton comprimé au lieu de bois pour les parois et les cloisons; les portières en étoffe au lieu des portes intérieures en bois.

M. Delebecque. Je ne sais pas si les Administrations admettraient les portières en étoffe. Elles volent quand on ouvre les fenêtres.

M. le Président. En thèse générale, il conviendrait de dire qu'il est essentiel d'employer les matériaux les plus résistants sous le moindre poids.

M. Mayer. Je crois qu'il n'y a personne qui n'ait cherché à résoudre ce problème. On indique les châssis en fer. Nous avons tous essayé les châssis en fer, et même en acier doux. Ils sont plus lourds que le bois. Je ne vois pas alors ce qu'on gagne au point de vue du poids. Partout on augmente le cube d'air donné aux voyageurs; on accroît l'ampleur de chaque place; on étend la douceur du roulement; en un mot, on augmente le confortable. Cela entraine une augmentation de poids. On aura beau s'ingénier, le poids sera toujours plus lourd.

M. Polonceau. Je propose la rédaction suivante :

« Il est important de diminuer le poids mort des voitures en tenant compte de « la sécurité, de l'entretien du matériel et des nécessités du confort à donner aux « voyageurs. »

M. Fernandes Pinheiro (*Brésil*). Je crois qu'il n'est pas question d'approuver les idées de l'exposé de M. le rapporteur de la question, mais seulement de chercher, en résumant les avis et les opinions échangés, une formule de conclusion qui soit assez élastique.

Si cette conclusion à soumettre à l'assemblée plénière devait donner gain de [illegible]

fonction de la largeur de la voie, et dès lors la caisse du véhicule ne peut pas être bien longue; dans le matériel à trucks, c'est tout le contraire : non seulement le faible empatement de chaque truck lui permet de passer facilement dans les courbes les plus raides, mais encore l'indépendance des trucks et l'articulation par pivot permettent de donner à la caisse du véhicule une grande longueur; et plus la caisse est longue, meilleur est le rapport entre le poids mort du véhicule et le poids utile.

Comme, cependant, nous ne sommes pas tous ici de la même opinion, les uns préférant le matériel à deux ou à trois essieux, les autres le matériel à trucks, il me semble que la conclusion que nous allons présenter à l'assemblée générale ne doit qu'indiquer le vœu général de faire le matériel le plus léger possible, mais de bonne et solide construction, sans cependant indiquer des préférences en faveur de tel ou tel genre, pour que tous puissent la voter.

M. le Président. Il ne doit pas y avoir de vote.

M. Dieudonné. Je désire savoir si les renseignements donnés par M. le rapporteur doivent figurer dans le compte rendu général de la session. Si ce rapport doit précéder les conclusions que nous sommes en train de chercher, le travail pourrait être considéré comme complet. Ces conclusions devraient au moins être accompagnées de l'exposé très détaillé des mérites respectifs des deux ou trois principaux systèmes de voitures qu'on trouve en exploitation sur tous les chemins de fer.

M. le Président. Il est bien entendu que le procès-verbal de nos séances reproduira tout ce qui a été dit par les différents membres qui ont bien voulu prendre la parole.

Dans une prochaine séance, nous aurons l'honneur de vous présenter une rédaction sur laquelle vous pourrez encore vous prononcer, et qui aura trait aux trois points de la question VIII qui ont été examinés ce matin.

Séance du 20 septembre 1887 (après midi)

PRÉSIDENCE DE M. BELPAIRE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BANDERALI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. KLEMMING

— La séance est ouverte à 1 heure 3/4.

M. le Président. M. Banderali a la parole pour lire le rapport qu'il vient de terminer sur la question relative au matériel à voyageurs.

M. Banderali.

« A. — DE L'UTILITÉ D'ÉQUILIBRER LES ROUES.

« L'utilité d'équilibrer les roues a été mise en évidence, il y a une quinzaine d'années, par des études spéciales entreprises pour la première fois — nous le croyons — sur le réseau du Nord français, à la suite de recherches sur les causes du mauvais roulement que présentaient quelques voitures.

« Des appareils de précision, successivement perfectionnés, y ont été installés dans le but, non seulement d'assurer le montage parfait des châssis des voitures à voyageurs, — montage dont l'importance est considérable, — mais aussi de s'assurer : que toutes les parties tournantes, sur lesquelles repose le châssis, par l'intermédiaire des ressorts, sont construites de telle sorte que, dans leur mouvement rapide de rotation, elles ne puissent donner lieu à des perturbations, dont l'effet se fasse désagréablement sentir sur le voyageur.

« Les principales causes de ces perturbations sont :

« 1° Le *faux-rond* ou l'excentration du cercle de roulement de la roue, qu'il faut éviter par un tournage très soigné du bandage et par des vérifications minutieuses, — au point de vue de la parfaite régularité de forme et de figure, — non seulement de chaque roue isolée, mais aussi de l'ensemble du système de l'essieu, monté de ses deux roues;

« 2° Une différence dans la répartition des éléments de la masse tournante constituant la roue elle-même, — différence de répartition qui, sous l'action d'une rota-

tion rapide, produit une sorte de mouvement de galop dû à l'excentration, non plus de la figure, mais de la masse; ce mouvement se transmet aux boîtes à graisse, aux plaques de garde, et jusqu'au corps de la voiture, malgré une certaine atténuation due à l'interposition des ressorts. Cette excentration de masse est ce qu'on appelle le balourd des roues.

« On se rend compte de son importance en faisant tourner la roue sur son centre. Pour que la roue soit exempte de balourd, l'équilibre, dans le mouvement de rotation, doit être pour ainsi dire indifférent;

« 3° La dernière cause de perturbation est l'absence d'équilibre entre les deux éléments du couple de roues montées sur un même essieu.

« Cette inégalité dans le poids des deux masses tournantes, placées aux extrémités d'un même essieu, cause dans la marche, non plus un mouvement de galop, mais un mouvement de lacet, de torsion, qui se traduit également par de petits chocs multipliés, des trépidations, des vibrations désagréables pour les voyageurs, mais jamais dangereux.

« Les appareils employés aujourd'hui, non seulement par la Compagnie du chemin de fer du Nord français, mais aussi par plusieurs autres Compagnies qui ont reconnu l'utilité de leur emploi, ont permis de faire disparaître les inconvénients qui viennent d'être signalés.

« Ces inconvénients avaient été souvent remarqués; mais l'équilibrage des roues des voitures à voyageurs est plus facile à obtenir avec les roues à centre plein qui ont été introduites, *il y a quelques années*, à la place des roues à rayons en fer, avec moyeux, faux cercles et bandages, employées à l'origine des chemins de fer, et dont la construction même rendait difficile la correction des défauts de figure ou de poids.

« Avec les roues pleines en fer, actuellement employées, il est facile d'enlever ou même d'ajouter de la matière aux points voulus, pour obtenir un résultat parfait. On y est arrivé en prescrivant aux constructeurs des conditions assez rigoureuses, en vérifiant, au moyen des appareils de précision, si ces conditions ont été remplies dans l'établissement et l'assemblage des organes constitutifs d'un essieu monté; enfin, en corrigeant, par des moyens très simples, les imperfections reconnues, on a pu obtenir ainsi un roulement parfait des roues, dont l'expérience a démontré l'excellent effet.

« Les résultats obtenus au Nord ont été confirmés par les essais entrepris par l'Etat belge, et par la pratique des autres chemins de fer français.

« Ces irrégularités dans la forme et dans la répartition des masses ne se ren-

contrent d'ailleurs point, dans les roues composées d'éléments absolument identiques, comme le sont les roues à centre en bois, dites *Mansell*, ou les roues à centre en papier comprimé; dans les roues obtenues par moulage d'une seule pièce, comme le sont les roues en fonte, et en acier coulé, employées en Amérique et ailleurs. Pour ce genre de roues, l'utilité de l'emploi des appareils de vérification et de correction est beaucoup moindre, et ce fait est un de ceux qui expliquent l'excellent roulement des voitures anglaises à deux essieux qui, depuis de longues années, étaient exclusivement munies de roues à centre en bois.

« Les roues à centre en bois ou en papier comprimé ont, par la nature même de leur constitution, les avantages d'un équilibre parfait de figure et de masse; il est à regretter que l'emploi tous les jours plus répandu et plus fréquent des freins, et en particulier des freins continus, ait eu pour résultat de rendre le service de ces roues plus incertain, à cause des dangers de dislocation de leurs éléments constitutifs; cette dislocation se produit nécessairement sous l'action puissante et réitérée des sabots de freins; sur le continent, on a dû proscrire ces roues de la construction des voitures munies de freins.

« *En résumé, le principe de l'utilité de la suppression de l'excentration de forme et de masse, c'est-à-dire du balourd des roues, aussi bien que celui de l'équilibrage des deux roues montées sur un même essieu, pour obtenir le bon roulement d'une voiture, n'a point rencontré de contradicteurs dans le sein de la section.* »

M. le Président. La première partie du rapport de M. Banderali soulève-t-elle

M. Mayer. *...il y a très longtemps.* J'affirme qu'il y a environ trente ans pour la Compagnie de l'Ouest.

M. le Président. *il y a bon nombre d'années.*

— Cette dernière rédaction est adoptée.

M. Mayer. J'ai une deuxième observation à faire. A propos des roues Mansell, le rapport dit qu'il est à regretter que l'on ne puisse continuer à s'en servir lorsque les freins sont continus. Le sacrifice des roues Mansell n'est rien en comparaison des avantages apportés par les freins continus. Ces freins ont une telle importance, qu'il faut, à mon avis, éviter de donner cette forme au rapport.

M. le Président. J'avais la même impression. Nous devons être heureux que de bons freins aient été inventés.

M. Banderali. Nous n'exprimerons donc pas de regrets.

M. le baron Prisse. Il est dit dans le rapport que c'est sur le continent, en Europe, que l'on a éprouvé cet effet de dislocation des roues en bois par l'emploi des freins.

M. Banderali. Partout, c'est général; mais ces roues n'ont été proscrites que sur certains réseaux.

M. Mayer. Les Anglais sont fort embarrassés parce qu'ils ont une grande quantité de roues Mansell.

M. le baron Prisse. Et en Amérique?

M. Banderali. En Amérique, on emploie les roues en papier, qui se disloquent aussi.

M. le Président. La première partie des conclusions est donc adoptée. Nous passons à la seconde partie.

M. Banderali.

« *B.* — De la suspension.

« La discussion a surtout porté sur la question de la double suspension. Y a-t-il avantage à suspendre, non seulement le châssis sur les essieux par l'intermédiaire de ressorts, mais encore la caisse sur le châssis au moyen

d'autres ressorts, et cette pratique est-elle de nature à donner un roulement uniforme et suffisamment élastique, sans arriver jusqu'à une sorte d'instabilité? Ou bien : doit-on se borner à suspendre le châssis sur les essieux, en interposant entre *le brancard et la caisse*, quand celui-là est séparé de celle-ci, des matières élastiques plus ou moins assourdissantes, comme les plaques de caoutchouc, de feutre, etc.; la nécessité de concentrer la matière élastique de la suspension dans le châssis étant d'ailleurs évidente, pour les voitures où la caisse ne fait qu'un avec ce châssis?

« La douceur du roulement des voitures dépend évidemment en grande partie de l'état de la voie sur laquelle elles sont appelées à rouler; mais il semble que, en présence de l'étendue des réseaux, sur toutes les parties desquels l'entretien de la voie ne peut être toujours parfait, en présence des relations internationales, qui ont une tendance à s'étendre, il soit intéressant de donner aux voitures une suspension qui permette une circulation satisfaisante, même sur les voies les plus fatiguées.

« Plusieurs circonstances militent en faveur de la double suspension. L'augmentation du poids des voitures est une de ces circonstances.

« Avec les voitures du type actuel à deux essieux, il devient extrêmement difficile de donner aux ressorts à lames à la fois une masse élastique, qui résiste aux charges qui la compriment, et la flexibilité indispensable pour obtenir une suspension douce. L'espace nécessaire pour loger les ressorts (dont l'épaisseur et la longueur augmentent forcément avec le poids à porter) entre le dessus des boîtes et le dessous des brancards des châssis, devient absolument insuffisant; et comme

« L'accumulation des matières élastiques, certainement désirable pourvu qu'elle soit toujours en rapport avec les charges à supporter, et qu'elle n'arrive pas à créer une mobilité désagréable, peut être obtenue par des moyens différents.

« La nécessité d'une bonne suspension est devenue d'autant plus grande, dans ces dernières années, que l'action des freins, qu'il était autrefois de règle de ne jamais appliquer aux voitures à voyageurs de première classe, s'exerce maintenant sur toutes les roues du train depuis l'introduction des freins continus. Il y a, dans cette action, qui se fait sentir quelquefois d'une manière assez brusque, un nouvel élément de vibrations désagréables, qu'il faut s'attacher à diminuer par tous les moyens possibles. C'est ce qui a amené l'essai sur les chemins de fer de l'État français, par exemple, de plaques de caoutchouc interposées entre les attaches des bielles de suspension des sabots de freins et le châssis, et de quelques autres précautions de même nature.

« Cette nécessité de la superposition successive, pour ainsi dire, de ressorts et de matières élastiques, se retrouve même dans les voitures dites « américaines » à trucks. Dans ces voitures, toute la masse élastique est concentrée dans la suspension des trucks; mais leur construction présente cet incontestable avantage que les vibrations qui n'auraient pas été absorbées par les trucks, arrivent fort atténués aux deux pivots qui portent la caisse suspendue, pour ainsi dire, comme un hamac sur ses deux supports et se perdent plus facilement dans toute la masse de la caisse, sans arriver jusqu'au voyageur.

« Les ressorts sont, du reste, disposés, les uns pour atténuer les chocs latéraux causés par le passage en courbe en grande vitesse, les autres pour amortir les effets d'inégalité de la voie, et l'on obtient les meilleurs résultats de cet ensemble, dans lequel on a remplacé les ressorts en caoutchouc par des ressorts en spirale en acier.

« La question s'est posée de savoir quelle influence pouvait avoir sur le roulement la vitesse des trains.

« Il semble, à ce sujet, que pour les voitures de masse relativement légère, comme le sont les voitures à deux essieux et à compartiments, employées sur le continent, la vitesse puisse avoir, en effet, sur la bonne circulation des voitures, une assez grande influence qui est due, en majeure partie, à l'importance des chocs qu'éprouve la voiture, non seulement dans le sens vertical, mais surtout dans le sens transversal, soit à l'attaque des courbes, soit lors du passage dans les appareils de voie.

« Ces effets sont certainement atténués pour les voitures de grande masse,

comme les voitures américaines, dans lesquelles, d'après le témoignage et l'expérience des ingénieurs américains, les vibrations se font moins sentir à grande vitesse qu'à petite vitesse.

« Dans une circonstance mémorable, lorsqu'il s'est agi de transporter le président des États-Unis Garfield, blessé, de Washington jusqu'au bord de la mer, le brancard qui le portait, convenablement suspendu et installé dans la caisse d'une voiture du Pennsylvania-Railroad, recevait, à la vitesse de 30 milles à l'heure (45 kilomètres), des trépidations gênantes pour le malade, qui ont complètement disparu quand la voiture, sur le conseil de l'ingénieur de la Compagnie, a pris l'allure de 60 milles à l'heure.

« Enfin, le poids du rail, la rigidité de la voie, sa masse par mètre courant, sa solidité, paraissent à beaucoup d'ingénieurs une condition nécessaire à un bon roulement des voitures, et il semble que l'élasticité d'une voie légère, outre que celle-ci est plus difficile à maintenir en bon ordre sous l'action des trains lourds et rapides, doive être une cause de perturbations appréciables dans le roulement des voitures.

« *En résumé, il est possible d'obtenir des voitures dans de bonnes conditions de roulement soit avec la suspension simple, soit avec la suspension double.*

« *En général, il convient d'employer les ressorts d'acier pour suspendre tout l'ensemble du véhicule sur les roues; d'interposer de plus entre les roues et le voyageur des matières élastiques, telles que : petits ressorts, lames ou blocs de caoutchouc, feutre, tapis, etc., dans le but d'absorber ou d'amortir les chocs de faible intensité et les vibrations de petite amplitude occasionnés du*

M. le Président. Vous vous êtes laissé entraîner, je pense, par un penchant un peu personnel.

M. Kossuth. Un penchant personnel que pour ma part je partage entièrement.

M. Banderali. Beaucoup de personnes pensent que la masse élastique concentrée dans la suspension des trucks est un avantage.

M. le Président. Il faut considérer les voitures non seulement au point de vue du confort des voyageurs, mais aussi à celui de l'influence destructive qu'elles exercent sur la voie parcourue.

M. Banderali. C'est ce que je dis plus loin : « Enfin, le poids du rail, la rigidité de la voie... »

M. Mayer. « Sa régularité. »

M. Banderali. Voulez-vous que j'ajoute : « Son homogénéité »?

M. Kossuth. Le mot d'homogénéité ne me semble pas rendre complètement l'idée.

M. Banderali. Je dirai donc : « Sa régularité. »

M. Mayer. Ce que j'ai voulu dire, c'est que tous les éléments de la voie doivent être semblables et semblablement disposés.

M. le Président. Est-il donc entendu que les voitures à trucks sont celles qui, en définitive, ont la disposition la plus convenable pour que les vibrations de la voie ne parviennent que très atténuées aux voyageurs?

M. Banderali. Cela me paraît évident : on obtient ce résultat sans peine.

M. Mayer. Mais pas sans dépense.

M. Polonceau. Il faut indiquer que pour les voitures à deux ou à trois essieux on peut obtenir de bons résultats.

M. Dieudonné. Je crois, monsieur le Président, que votre observation est extrêmement juste. Les termes employés par le rapport semblent attribuer une supériorité énorme aux voitures à trucks. Comme ces voitures sont à l'état exceptionnel en France, il y aurait lieu d'atténuer un peu les avantages qu'on leur décerne, à moins que cette opinion ne soit simplement celle de M. le rapporteur.

M. Banderali. Ce n'est pas celle du rapporteur. C'est l'opinion publique géné-

rale. Nous avons dit que la bonne suspension s'obtenait plus facilement dans le système à trucks que dans l'autre, ce qui ne veut pas dire que l'on ne peut pas l'obtenir dans les voitures ordinaires; au contraire. Il faut dire ce qui est.

M. le Président. Il ne s'agit ici que de l'intermédiaire. Je ne sais pas si, dans la discussion, nous avons accentué l'avantage des voitures à trucks.

M. Dieudonné. Il y aurait lieu d'atténuer.

M. le baron Prisse. Nous discutons ici la bonne suspension. Le système de trucks a des avantages et des inconvénients. Ce n'est pas le système qui est en discussion.

M. Banderali. Il s'agit de résumer l'opinion de la section et non de donner l'avis de chacun en détail. J'ai voulu motiver la conclusion à laquelle nous sommes arrivés.

M. le Président. L'impression que j'ai reçue en entendant la lecture de cette partie du rapport de M. Banderali est qu'il n'y a possibilité d'avoir des voitures à roulement doux qu'à la condition d'employer des bogies.

M. Dieudonné. Il y aurait lieu de dire qu'on peut obtenir de semblables conditions de roulement avec des voitures à deux essieux.

M. Banderali. Il y a des voitures à deux essieux qui roulent parfaitement. Nous le savons tous; mais la durée et la constance de cet excellent roulement exigent beaucoup de soins et de surveillance, que ne demande pas le maintien d'un bon roulement dans les voitures à bogies. C'est là tout l'avantage de ces secondes voitures : plus de facilités pour obtenir le bon roulement, moins de soins et d'entretien pour le maintenir, et enfin plus de chances pour ces voitures de rester bonnes et douces sur les parties de voies en mauvais état.

Voulez-vous qu'au lieu de dire que la construction des trucks présente cet *incontestable avantage* que les vibrations qui n'ont pas été absorbées par les trucks..., je mette : *cet avantage*...

M. Dieudonné. Les partisans des voitures à deux essieux prétendent qu'elles peuvent lutter.

M. Banderali. Je propose d'ajouter le paragraphe suivant pour donner satisfaction à MM. Polonceau et Dieudonné :

« Répétons encore que le résultat désiré peut être obtenu avec plus de peine

sans doute, mais aussi avec plus de mérite, par une suspension bien étudiée et bien entretenue, dans les voitures à deux essieux.

« Enfin, si dans les voitures à deux essieux il est difficile de loger des ressorts dont la longueur et la hauteur devraient être augmentées, en raison de l'augmentation même du poids des voitures, obligées de porter tant de nouveaux organes, les voitures à trois essieux et par conséquent à six ressorts permettent une interposition de matière élastique suffisante, et donnent un roulement doux et uniforme, pourvu que le montage en soit fort soigné. »

— Les autres parties des conclusions de M. Banderali relatives au littéra *C* : *Poids des voitures*, sont adoptées sans observation. Elles seront lues en séance plénière.

— La séance est levée à 2 heures 1/2.

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE

Séance du 20 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. LE COMM. BRIOSCHI

M. le Président. La parole est à M. Banderali, secrétaire principal de la 2e section, pour faire rapport sur la question VIII.

M. Banderali. Messieurs, j'ai la mission de présenter à l'assemblée plénière du Congrès, au nom du bureau de la 2e section, un résumé de la discussion qui a eu lieu dans son sein sur la question VIII.

Cette discussion a eu pour base l'exposé qu'a rédigé sur la question M. Klemming, inspecteur du matériel roulant des chemins de fer de l'État suédois.

Ainsi qu'on le voit par les termes du programme, la question de la construction même du matériel, si étendue et si complexe, n'est point visée dans son ensemble,

ment rapide de rotation, elles ne puissent donner lieu à des perturbations dont l'effet se fasse désagréablement sentir sur le voyageur.

Les principales causes de ces perturbations sont :

1° Le *faux-rond*, ou l'excentration du cercle de roulement de la roue, qu'il faut éviter par un tournage très soigné du bandage et par des vérifications minutieuses, — au point de vue de la parfaite régularité de forme et de figure, — non seulement de chaque roue isolée, mais aussi de l'ensemble du système de l'essieu, monté de ses deux roues;

2° Une différence dans la répartition des éléments de la masse tournante, constituant la roue elle-même, différence de répartition qui, sous l'action d'une rotation rapide, produit une sorte de mouvement de galop dû à l'excentration, non plus de la figure, mais de la masse; ce mouvement se transmet aux boîtes à graisse, aux plaques de garde et jusqu'au corps de la voiture, malgré une certaine atténuation due à l'interposition des ressorts. Cette excentration de masse est ce qu'on appelle le balourd des roues.

On se rend compte de son importance, en faisant tourner la roue sur son centre. Pour que la roue soit exempte de balourd, l'équilibre, dans le mouvement de rotation, doit être, pour ainsi dire, indifférent;

3° La dernière cause de perturbation est l'absence d'équilibre entre les deux éléments du couple de roues montées sur un même essieu.

Cette inégalité dans le poids des deux masses tournantes, placées aux extrémités d'un même essieu, cause, dans la marche, non plus un mouvement de galop, mais un mouvement de lacet, de torsion, qui se traduit également par de petits chocs multipliés, des trépidations, des vibrations désagréables pour les voyageurs, mais jamais dangereux.

Les appareils employés aujourd'hui, non seulement par la Compagnie du chemin de fer du Nord français, mais aussi par plusieurs autres Compagnies qui ont reconnu l'utilité de leur emploi, ont permis de faire disparaître les inconvénients qui viennent d'être signalés.

Ces inconvénients avaient été souvent remarqués; mais l'équilibrage des roues des voitures à voyageurs est plus facile à obtenir avec les roues à centre plein, qui ont été introduites, il y a bon nombre d'années, à la place des roues à rayons en fer, avec moyeux, faux cercles et bandages, employées à l'origine des chemins de fer, et dont la construction même rendait difficile la correction des défauts de figure ou de poids.

Avec les roues pleines en fer, actuellement employées, il est facile d'enlever,

ou même d'ajouter de la matière aux points voulus, pour obtenir un résultat parfait. On y est arrivé en prescrivant aux constructeurs des conditions assez rigoureuses, en vérifiant, au moyen des appareils de précision, si ces conditions ont été remplies, dans l'établissement et l'assemblage des organes constitutifs d'un essieu monté; enfin, en corrigeant, par des moyens très simples, les imperfections reconnues : on a pu obtenir ainsi un roulement parfait des roues, dont l'expérience a démontré l'excellent effet.

Les résultats obtenus au Nord ont été confirmés par les essais entrepris par l'État belge, et par la pratique des autres chemins de fer français.

Ces irrégularités dans la forme et dans la répartition des masses ne se rencontrent, d'ailleurs, point dans les roues composées d'éléments absolument identiques, comme le sont les roues à centre en bois, dites *Mansell*, ou les roues à centre en papier comprimé; dans les roues obtenues par moulage d'une seule pièce, comme le sont les roues en fonte et en acier coulé, employées en Amérique et ailleurs. Pour ce genre de roues, l'utilité de l'emploi des appareils de vérification et de correction est beaucoup moindre, et ce fait est un de ceux qui expliquent l'excellent roulement des voitures anglaises à deux essieux qui, depuis de longues années, étaient exclusivement munies de roues à centre en bois.

Les roues à centre en bois ou en papier comprimé ont, par la nature même de leur constitution, les avantages d'un équilibre parfait de figure et de masse; mais l'emploi tous les jours plus répandu et plus fréquent des freins et, en particulier, des freins continus, a eu pour résultat de rendre le service de ces roues plus

médiaire de ressorts, mais encore la caisse sur le châssis au moyen d'autres ressorts, et cette pratique est-elle de nature à donner un roulement uniforme et suffisamment élastique, sans arriver jusqu'à une sorte d'instabilité? Ou bien : doit-on se borner à suspendre le châssis sur les essieux, en interposant, entre la caisse et le châssis, quand celle-là est séparée de celui-ci, des matières élastiques plus ou moins assourdissantes, comme les plaques de caoutchouc, de feutre, etc.; la nécessité de concentrer la matière élastique de la suspension dans le châssis étant d'ailleurs évidente, pour les voitures où la caisse ne fait qu'un avec ce châssis?

La douceur du roulement des voitures dépend évidemment, en grande partie, de l'état de la voie sur laquelle elles sont appelées à rouler; mais il semble que, en présence de l'étendue des réseaux, sur toutes les parties desquels l'entretien de la voie ne peut être toujours parfait, en présence des relations internationales, qui ont une tendance à s'étendre, il soit intéressant de donner aux voitures une suspension qui permette une circulation satisfaisante, même sur les voies les plus fatiguées.

Plusieurs circonstances militent en faveur de la double suspension. L'augmentation du poids des voitures est une de ces circonstances.

Avec les voitures du type actuel à deux essieux, il devient extrêmement difficile de donner aux ressorts à lames, à la fois, une masse élastique, qui résiste aux charges qui la compriment, et la flexibilité indispensable pour obtenir une suspension douce. L'espace nécessaire pour loger les ressorts (dont l'épaisseur et la longueur augmentent forcément avec le poids à porter) entre le dessus des boîtes et le dessous des brancards des châssis, devient absolument insuffisant; et comme le problème consiste, en définitive, à absorber les chocs et les trépidations qui se produisent au contact du bandage avec la voie, par une masse élastique suffisante et convenablement répartie entre ce point de contact et le voyageur, il faut suppléer, d'une manière ou d'une autre, à l'insuffisance des ressorts de suspension établis sur le châssis.

En dehors de la double suspension, plusieurs dispositions peuvent heureusement concourir à ce résultat.

L'interposition de matières assourdissantes, en n'importe quel point du parcours du choc ou de la vibration qu'on veut absorber entre le rail et le voyageur, produira le même effet, depuis les lames de caoutchouc interposées entre brancards de châssis et caisse, jusqu'aux matières de grande épaisseur placées sur le plancher des voitures comme les tapis, et même jusqu'aux suspensions intérieures qui ont été essayées à la Compagnie de l'Ouest français.

L'accumulation des matières élastiques, certainement désirable, pourvu qu'elle soit toujours en rapport avec les charges à supporter, et qu'elle n'arrive pas à créer une mobilité désagréable, peut être obtenue par des moyens différents.

La nécessité d'une bonne suspension est devenue d'autant plus grande, dans ces dernières années, que l'action des freins, qu'il était autrefois de règle de ne jamais appliquer aux voitures à voyageurs de première classe, s'exerce maintenant sur toutes les roues du train, depuis l'introduction des freins continus. Il y a, dans cette action qui se fait sentir quelquefois d'une manière assez brusque, un nouvel élément de vibrations désagréables, qu'il faut s'attacher à diminuer par tous les moyens possibles. C'est ce qui a amené l'essai, sur les chemins de fer de l'État français, par exemple, de plaques de caoutchouc interposées entre les attaches des bielles de suspension des sabots de freins et le châssis, et de quelques autres précautions de même nature.

Cette nécessité de la superposition successive, pour ainsi dire, de ressorts et de matières élastiques, se retrouve même dans les voitures dites « américaines », à trucks. Dans ces voitures, toute la masse élastique est concentrée dans la suspension des trucks; mais leur construction présente cet avantage, que les vibrations qui n'auraient pas été absorbées par les trucks arrivent fort atténuées aux deux pivots qui portent la caisse suspendue, pour ainsi dire, comme un hamac sur ses deux supports, et se perdent plus facilement dans toute la masse de la caisse, sans arriver jusqu'au voyageur.

[redacted]

La question s'est posée de savoir quelle influence pouvait avoir sur le roulement la vitesse des trains.

Il semble, à ce sujet, que pour les voitures de masse relativement légère, comme le sont les voitures à deux essieux et à compartiments, employées sur le continent, la vitesse puisse avoir, en effet, sur la bonne circulation des voitures, une assez grande influence, qui est due, en majeure partie, à l'importance des chocs qu'éprouve la voiture, non seulement dans le sens vertical, mais surtout dans le sens transversal, soit à l'attaque des courbes, soit lors du passage dans les appareils de voie.

Ces effets sont certainement atténués pour les voitures de grande masse, comme les voitures américaines, dans lesquelles, d'après le témoignage et l'expérience des ingénieurs américains, les vibrations se font moins sentir à grande vitesse qu'à petite vitesse.

Dans une circonstance mémorable, lorsqu'il s'est agi de transporter le président des États-Unis Garfield, blessé, de Washington jusqu'au bord de la mer, le brancard qui le portait, convenablement suspendu et installé dans la caisse d'une voiture du Pennsylvania Railroad, recevait, à la vitesse de 30 milles à l'heure (45 kilomètres), des trépidations gênantes pour le malade, qui ont complètement disparu quand la voiture, sur le conseil de l'ingénieur de la Compagnie, a pris l'allure de 60 milles à l'heure.

Enfin, le poids du rail, la rigidité de la voie, sa régularité, sa masse par mètre courant, sa solidité, paraissent à beaucoup d'ingénieurs une condition nécessaire à un bon roulement des voitures, et il semble que l'élasticité d'une voie légère, outre que celle-ci est plus difficile à maintenir en bon ordre sous l'action des trains lourds et rapides, doive être une cause de perturbations appréciables dans le roulement des voitures.

En résumé, il est possible d'obtenir des voitures dans de bonnes conditions de roulement, soit avec la suspension simple, soit avec la suspension double. En général, il convient d'employer les ressorts d'acier pour suspendre tout l'ensemble du véhicule sur les roues ; d'interposer de plus entre les roues et le voyageur des matières élastiques, telles que : petits ressorts, lames ou blocs de caoutchouc, feutre, tapis, etc., dans le but d'absorber et d'amortir les chocs de faible intensité et les vibrations de petite amplitudeprove nant du roulement de la voiture, ce qui rend en même temps tout l'ensemble moins sonore.

C. — Des limites dans lesquelles il est utile de réduire le poids des voitures et des moyens les plus pratiques pour arriver à ce résultat.

L'augmentation du poids des voitures, qui s'est produite dans ces dernières années, est due à plusieurs causes, pour ainsi dire fatales, dont il serait inutile de nier l'importance.

D'un côté, les besoins de confort ont augmenté, aussi bien en ce qui concerne les voyages que dans la vie privée, et d'autant plus que la longueur des parcours s'est elle-même accrue. Il en est résulté, dans la construction du matériel, d'importantes modifications et des perfectionnements notables.

Parmi ces perfectionnements, il faut citer l'accroissement du cube d'air mis à la disposition du voyageur, c'est-à-dire de la hauteur et de la largeur des voitures, l'amélioration de l'aménagement intérieur, etc.

D'un autre côté, la préoccupation de la sécurité du voyageur a amené l'application de mesures de sûreté, parmi lesquelles les freins continus ont été une cause importante d'alourdissement du matériel, si bien que le poids mort par place offerte, même par place de première classe, qui, autrefois, était de 250 kilogrammes environ, atteint maintenant, pour certains matériels, 400, 500 et même 600 kilogrammes.

Il paraît incontestable qu'il est nécessaire de s'arrêter dans cette augmentation du poids mort par place offerte, sous peine d'arriver à ne plus pouvoir remorquer aux vitesses voulues les trains de voyageurs; car, non seulement l'augmen-

Pour les voitures de luxe, qui tendent à s'introduire dans certains trains express, sinon pour en former la totalité, du moins pour y figurer au nombre d'un ou deux spécimens, il est du plus grand intérêt de ne pas dépasser une certaine limite sous peine de compromettre le succès d'un perfectionnement apprécié.

L'exemple de l'Angleterre, où un certain nombre de voitures de grande longueur et à compartiments circulent, semble prouver que, grâce à une étude soignée des éléments constitutifs du matériel et de leur assemblage, on peut arriver à ne pas exagérer le poids mort par place offerte; il faut associer à cette étude soignée un choix judicieux des matières employées. Ce problème, longtemps travaillé, est difficile à résoudre. Devons-nous dire qu'il est insoluble? Malgré le découragement de quelques-uns, la section ne le croit pas. Il est désirable que ces matières soient de qualité et de résistance exceptionnelles, sous le plus petit volume et sous le plus petit poids possible; que certains procédés de construction permettent la suppression des organes inutiles, en maintenant ceux qui sont essentiels, sous une forme rigoureusement étudiée.

Enfin, une opinion a paru se dégager de l'ensemble de la discussion : c'est que le supplément de confort, lorsqu'il arrive à un certain point, doit être l'objet d'une surtaxe qui compense l'excès de dépense que l'augmentation du poids mort par place offerte entraîne fatalement pour les Compagnies.

En résumé, sans fixer par des chiffres les limites dans lesquelles il convient de se restreindre, tout le monde a paru d'accord sur ce point : il est important de diminuer, par des perfectionnements et des améliorations dans la construction, le poids mort du matériel à voyageurs par place offerte, en tenant compte de la facilité de l'entretien du matériel, de la sécurité et du confort qu'il est devenu nécessaire de donner au public. »

M. le Président. Quelqu'un demande-t-il la parole sur le rapport qui vient d'être lu?

M. Riva (*Italie*). J'approuve les considérations très justes qui viennent d'être émises; seulement les conclusions ne correspondent pas parfaitement à la discussion qui a eu lieu. En définitive, on aboutit à dire : il ne faut pas faire les voitures plus lourdes qu'il n'est nécessaire. Nous sommes tous persuadés de la chose. Mais il est bien difficile de savoir quelle est la limite à laquelle il faudra s'arrêter pour donner du confort, ce qu'il serait cependant important de savoir. Chaque Compagnie assure un certain degré de confort et, quand elle le dépasse, elle fait payer une surtaxe. Jusqu'où doit-elle aller? Je ne pense pas, quant à moi, qu'il y aura

jamais un constructeur qui aura l'idée de faire une voiture plus lourde que cela n'est nécessaire. On cherche toujours à les rendre le plus confortables, en mettant les matériaux les plus convenables pour qu'elles soient légères.

M. Polonceau (*France*). Dans bien des cas, les constructeurs peuvent faire des pièces à meilleur compte si elles sont lourdes. Il y avait donc intérêt à parler du fait. Les pièces de forge sont beaucoup plus délicates quand elles ont un faible poids. Si les constructeurs remplacent la fonte par du fer, cela leur coûtera plus cher.

M. Riva. En Europe, ordinairement, ce sont les Compagnies qui indiquent aux constructeurs les modes de construction. En Amérique, le contraire a lieu, ce sont les fabricants qui offrent leurs types. L'intérêt de chaque constructeur est d'étudier le matériel et de le fabriquer dans les meilleures conditions pour que chaque Compagnie choisisse le type qui lui convient le mieux.

Sur le continent, en Europe, ce sont les Compagnies qui imposent les cahiers des charges et qui font des essais. Dans nos chemins de fer qui ne sont pas très avancés, nous avons adopté ce système. Nous faisons des projets presque complets et nous imposons par un cahier des charges au constructeur le mode de construction des voitures. S'il se trompe, c'est de bonne foi. Celui qui fait une voiture croit toujours qu'elle est relativement légère; mais il me paraît superflu de dire à quelqu'un : ne mettez pas de poids inutile.

M. Banderali. Les observations de M. Riva sont très justes au point de vue

part des constructeurs des matériaux de toute première qualité et ne pas se laisser guider par eux. Au point de vue du bois, par exemple, il est essentiel de choisir des essences qui présentent le plus de résistance, sous les poids spécifiques les moins élevés.

Dans quelques constructions que nous avons faites en ces derniers temps, nous avons tenu à employer le pitch-pine. Il en est résulté une réduction de poids assez notable sur nos caisses. Je cite ce fait pour dire dans quel ordre d'idées je crois qu'il convient que l'on marche. Nous avons été unanimes à reconnaître la nécessité d'y entrer.

— La discussion est close.

— Les conclusions de la section sont ratifiées par l'assemblée.

IXe QUESTION

LOCOMOTIVES

A. *Quelles sont les meilleures conditions de construction des locomotives, notamment au point de vue :*

1° *De l'influence de la suspension sur les dépenses d'entretien ;*
2° *De l'application du principe compound ;*
3° *De la nature du métal à employer pour les chaudières, les tubes à fumée, les entretoises, etc. ;*
4° *De l'emploi du jet d'eau ou de vapeur pour augmenter l'adhérence des roues de la locomotive sur les rails ?*

B. *Jusqu'à quelle limite convient-il d'exécuter, dans les dépôts, les réparations des locomotives ?*

IXe QUESTION

TABLE DES MATIÈRES

EXPOSÉ

PREMIÈRE PARTIE :

Littéra A. — 1°, 2° et 3°

DE LA SUSPENSION, DU PRINCIPE COMPOUND ET DE LA NATURE DU MÉTAL

PAR CH. CERVINI

INGÉNIEUR, CHEF DE SECTION PRINCIPAL DU MATÉRIEL DES CHEMINS DE FER DE LA MÉDITERRANÉE (ITALIE)

(PLANCHE XVII)

Littéra A. — 1°.

DE L'INFLUENCE DE LA SUSPENSION DES LOCOMOTIVES SUR LES DÉPENSES D'ENTRETIEN

Les communications reçues concernant la question de l'influence de la suspension des locomotives sur les dépenses d'entretien, sont : une note de la *Compagnie des chemins de fer de l'Est français* et une note de l'*Administration des chemins de fer de l'État belge.*

« La Compagnie de l'Est déclare qu'elle n'a pas fait d'expériences comparatives à cet égard et que partant elle n'a pas les données nécessaires pour se prononcer avec toute connaissance de cause sur ce sujet.

« Elle cherche à donner aux machines une suspension aussi douce que possible et presque toutes ses locomotives sont portées par six ressorts indépendants les uns des autres.

« Dans les machines de construction récente, on avait conjugué les ressorts deux à deux au moyen de balanciers de manière à suspendre la locomotive en quatre points seulement, mais elle déclare n'avoir pas été aussi satisfaite de ces balanciers qu'on était en droit de s'y attendre: ils fonctionnaient généralement mal et pour cela elle y a renoncé dans son dernier type de machines à grande vitesse. »

L'Administration des chemins de fer de l'État belge nous renseigne [1] sur les résultats des deux séries d'essais comparatifs qu'elle a faits dans le but de se rendre compte de l'influence de la suspension sur l'usure des bandages et des voies et sur la conservation des pièces de mouvement.

Le premier essai a été effectué sur 4 machines à 6 roues couplées de 1m70 de diamètre, ayant chacune une suspension différente, se trouvant dans des conditions aussi identiques que possible au point de vue du service et de l'état général de la machine, et circulant sur la ligne Bruxelles-Arlon (où il y a de fréquentes rampes de 16 p. m.).

Le deuxième essai a été fait sur 42 machines du même type que les précédentes, ayant les différentes suspensions indiquées ci-dessous, circulant sur des lignes en palier ou à très faible inclinaison.

On constata les usures moyennes des bandages suivantes par 1,000 kilomètres de parcours :

[redacted]

L'Administration des chemins de fer de l'État belge ajoute que jusqu'ici les essais n'ont permis de donner aucun renseignement quant à l'influence de la suspension sur la conservation des pièces de mouvement; les expériences continuent aussi bien à ce point de vue que pour expliquer l'anomalie, sans doute apparente, constatée dans ces essais, d'après laquelle il se produirait, aux machines avec ressorts de 1m50 et balancier, une usure plus grande des bandages qu'aux machines avec suspension sur ressorts de 90 centimètres avec balancier.

La note ne dit pas quelle était la flexibilité de ces ressorts, et non plus quel était le rapport de flexibilité entre les deux types : il faut croire que le nombre des feuilles et leur section étaient les mêmes dans les deux cas et par conséquent leurs dépressions dans le rapport des cubes des cordes.

On n'a pas fait, que je sache, des essais comparatifs, exceptés ceux sus-indiqués, pour déterminer en chiffres l'économie dans les frais d'entretien réalisée par les différents systèmes de suspension.

La question même de savoir si l'application des balanciers apporte des avantages réels et dans quelle mesure, est très discutée et les appréciations des ingénieurs à cet égard sont très partagées.

Dans l'état actuel des choses et sans l'appui de résultats concluants et admissibles que pourront seules nous donner de nouvelles expériences, je ne crois pas possible de faire une réponse catégorique sur ce point du questionnaire.

Littéra A. — 2°.

DE L'APPLICATION DU PRINCIPE COMPOUND AUX LOCOMOTIVES.

AVANT-PROPOS.

L'application de la marche en compound aux locomotives est certainement une des questions à l'ordre du jour pour les ingénieurs des chemins de fer.

Cette question, qui a subi, en fait de pratique, un temps d'arrêt peu en rapport avec son importance, vient de faire maintenant des progrès assez remarquables, qui en hâteront la solution.

Les nouvelles applications, dont on ne saurait contester l'importance, ainsi que les résultats des études et des essais sérieux poursuivis dans ces derniers temps

I

APERÇU HISTORIQUE.

Nicholson. — La première tentative pour appliquer le principe compound aux locomotives remonte à 1850, lorsque sir John Nicholson essaya, avec le concours de M. Samuel, son système de détente continue sur deux locomotives du Great Eastern Railway. Ces locomotives étaient à 2 cylindres, dont un petit à haute pression, l'autre, deux fois plus grand, à basse pression. La vapeur, après avoir travaillé sans détente au petit cylindre pendant la moitié de sa course, passait au cylindre de basse pression, et se détendait simultanément dans les deux cylindres jusqu'au fond de course du petit piston et à demi-course du grand. On interrompait la communication entre les deux cylindres: la vapeur du petit cylindre s'échappait dans l'atmosphère et celle du grand cylindre achevait de s'y détendre jusqu'à la fin de la course. Comme on le pense bien, le petit cylindre, restant ouvert à l'échappement, se refroidissait presque autant qu'en marche simple, et l'on perdait ainsi une partie notable des avantages thermiques des machines compound.

Le système de distribution était en outre très compliqué, et cette tentative n'a pas eu de suite.

Morandière. — En 1866, M. Jules Morandière, de l'Ouest français, proposa une autre disposition pour l'application du principe compound aux locomotives. Son type, projeté pour la traction des trains lourds de voyageurs sur le métropolitain de Londres, était à 4 essieux accouplés, disposés en deux groupes, chacun de 2 essieux accouplés entre eux. Le groupe d'avant était commandé par une paire de cylindres extérieurs disposés comme d'habitude, tandis que l'essieu d'avant du groupe d'arrière était commandé par un cylindre intérieur disposé sous la chaudière et actionnant un coude central. L'admission de la vapeur devait se faire dans ce cylindre central à haute pression, d'où elle allait se détendre dans les cylindres extérieurs.

Pour avoir disponible une plus grande puissance au démarrage, on pouvait envoyer à volonté directement la vapeur de la chaudière dans tous les cylindres. Cette locomotive resta à l'état de projet.

D'autres projets ont été faits, entre lesquels celui de M. Derousseaux, du Nord

français, qui proposa d'appliquer le principe Woolf aux locomotives à 4 cylindres type Petiet, et le brevet pris (1872) par M. William Dawes, de Leeds, spécifiant l'application du système compound aux locomotives, au moyen des cylindres disposés par couples latérales, en tandem.

Mallet. — Mais il faut bien dire que la première application pratique du système compound n'a été faite qu'en 1876, par M. Mallet, à qui revient tout le mérite d'avoir démontré les avantages probables des locomotives compound, et de leur avoir donné une forme et une disposition pratiques.

La locomotive qu'il fit breveter en 1876 est à 2 cylindres extérieurs, dont l'un à basse pression, l'autre à haute pression, actionnant le même essieu par des manivelles à 90°.

Les premières locomotives de ce type (diagr. I, pl. XVII) qui furent mises en service avec succès sur la ligne Bayonne-Biarritz, étaient à 2 essieux accouplés et un portant antérieur; les cylindres extérieurs avaient respectivement les diamètres de 240 à 420 millimètres, la course des pistons étant de 450 millimètres. La vapeur s'échappait du petit dans le grand cylindre à travers un tube placé dans la boîte à fumée.

Un tiroir manœuvré indépendamment de la distribution permettait d'introduire directement la vapeur dans les deux cylindres et d'avoir l'échappement ordinaire.

Sur ce tiroir était placée une soupape de réglage de la pression dans le réservoir.

Je me réserve de revenir sur le fonctionnement de ces machines types, en parlant des essais faits par M. Borodine sur des locomotives semblables.

Dans cette nouvelle machine, outre l'emploi du système compound, il y a une importante simplification du système Fairlie ou Mayer.

M. Mallet vient d'appliquer cette disposition à une machine de 9 tonnes à vide et de 11 1/2 tonnes en service, pour voie Decauville de 60 centimètres, en rails de 9 kilogrammes et avec des courbes de 20 mètres de rayon.

Cette machine est destinée à des services militaires, pour le transport des pièces d'artillerie.

M. Mallet s'occupe à présent de la transformation en compound à deux cylindres des machines à 6 roues accouplées type Bourbonnais, du chemin de fer de la Suisse occidentale, et des machines à 8 roues de la Société autrichienne-hongroise.

Webb. — Adoptant le plan de M. Mallet (à 2 cylindres), M. Webb, du London North-Western Railway, transforma (1878) une ancienne locomotive de ladite Compagnie, à cylindres extérieurs de 381 millimètres de diamètre, en une machine compound et l'expérimenta sur la ligne entre Axby et Nuneaton.

Les bons résultats obtenus l'engagèrent à construire aux ateliers de Crewe (1881) une locomotive compound d'un type différent de la précédente.

En projetant cette locomotive, M. Webb a eu en vue, outre l'objet principal de l'économie du combustible, d'arriver à la suppression des bielles d'accouplement en conservant plusieurs essieux moteurs et d'introduire plusieurs autres innovations dans la construction.

Cette locomotive « Experiment » (diagr. VII, pl. XVII) est à 3 cylindres, dont 2 extérieurs (diam. 330 millimètres) à haute pression, actionnant un essieu avec manivelles à 90°, l'autre intérieur à basse pression (diam. 660 millimètres), actionnant un essieu coudé indépendant du premier.

La course des trois pistons est de 610 millimètres.

Ensuite, plusieurs autres locomotives du système Webb ont été construites pour le London North-Western Railway, la plupart à tender séparé et à 2 essieux moteurs et essieu portant antérieur pour trains express (diagr. VIII, pl. XVII), et quelques locomotives-tenders à 3 essieux moteurs (les deux postérieurs accouplés et actionnés par le cylindre à basse pression), et 1 essieu portant antérieur radial (diagr. IX, pl. XVII).

Le *receiver* est constitué de la boîte à vapeur du grand cylindre et des trois tubes de communication entre les trois cylindres, placés dans la boîte à fumée.

Pour le changement de marche, M. Webb a adopté deux dispositions : dans l'une,

les mécanismes de distribution des cylindres à haute pression et de détente sont indépendants; dans l'autre, les deux distributions sont manœuvrées par une seule tige.

Des locomotives de ce système sont aussi en service sur le London North-Western, sur le réseau de l'Ouest français, sur la Staatsbahn autrichienne, sur la ligne d'Oude à Rohilkmund dans les Indes, et au Brésil à Antofogasta?

Worsdell. — Peu de temps après la mise en service des locomotives Webb, M. Worsdell, chef des ateliers du North-Eastern Railway, à Gateshead, projeta un type de locomotive compound à 2 cylindres extérieurs et à 3 essieux, dont un portant antérieur et deux accouplés (diagr. V, pl. XVII).

Les cylindres actionnaient l'essieu du milieu par deux coudes à 90°.

Le receiver est constitué de la boîte à vapeur du cylindre à basse pression et d'un long tuyau arqué, placé dans la boîte à fumée.

Cette locomotive est pourvue d'une soupape spéciale automatique inventée par M. Worsdell pour l'admission directe de la vapeur dans le cylindre à basse pression lors du démarrage.

Cette locomotive fait le service des express sur la ligne de Newcastle à Édimbourg. Une locomotive du même type, mais avec bogie antérieur, est en service sur le Great-Eastern.

Von Borries. — En 1880, l'ingénieur von Borries, de Hanovre, projeta une locomotive compound, qui a beaucoup de points d'analogie avec le type Mallet : elle est à 2 essieux accouplés et un portant antérieur à 2 cylindres extérieurs,

Railway; l'une à 2 essieux accouplés et un portant à 2 cylindres intérieurs, respectivement à basse et à haute pression, actionnant l'essieu du milieu, avec soupape pour le démarrage; son receiver se limitait à la boîte à vapeur du grand cylindre; l'autre, aussi à 2 essieux accouplés, était à 4 cylindres, 2 antérieurs petits et 2 grands intérieurs, actionnant tous l'essieu du milieu; les manivelles des petits cylindres étaient calées à 90° entre elles et à 180° par rapport aux coudes commandés par les grands cylindres (diagr. VI, pl. XVII).

Avec cette disposition, il n'y avait pas de soupape de démarrage, et le receiver était constitué de la boîte à vapeur des grands cylindres et des tuyaux arqués placés dans la boîte à fumée et à travers lesquels la vapeur du petit cylindre de droite s'échappait dans le grand cylindre de gauche, et réciproquement.

A. de Glehn. — En 1886, M. A. de Glehn, ingénieur administrateur de la Société alsacienne des Constructions mécaniques, étudia un type de locomotive compound que le Nord français a expérimenté en service régulier des trains express, et sur lequel M. Pulin, inspecteur principal des ateliers du Nord, vient de faire des essais et des études fort intéressants, que nous nous réservons d'examiner plus tard.

Bornons-nous à noter pour le moment que cette locomotive est à 4 cylindres, à 2 essieux moteurs indépendants et 1 essieu portant antérieur. Les deux cylindres petits intérieurs commandent l'essieu du milieu, les deux grands extérieurs actionnent l'essieu postérieur. Les manivelles de chaque essieu sont calées à 90°. Le receiver est constitué des deux chambres à vapeur des grands cylindres, de deux petites boîtes placées sur les petits cylindres et d'un tuyau arqué placé dans la boîte à fumée et qui unit les deux boîtes susdites.

Le changement de marche est unique pour les quatre cylindres, mais une disposition spéciale permet de faire varier le rapport de l'admission entre les petits et les grands cylindres (diagr. X, pl. XVII).

Nisbet. — M. Nisbet projeta une locomotive compound en essai sur le North Britain Railway. Les distributions des deux cylindres à basse pression et des deux cylindres à haute pression sont commandées indépendamment par deux leviers, de manière que l'on peut ainsi faire varier à volonté le degré de détente dans chacun des couples de cylindres, ce que ne permettrait pas l'emploi d'un seul tiroir distributeur pour chaque paire de cylindres (diagr. XII, pl. XVII).

Dean. — Un type de locomotive compound à quatre cylindres disposés en tandem, fut aussi étudié par M. Dean, du Great Western Railway, et on est en train de l'expérimenter sur cette ligne.

La disposition des cylindres en tandem pour les locomotives compound avait été aussi proposée par M. Mallet, dans le but surtout d'en faciliter la transformation partout où l'on pouvait conserver les anciens cylindres en les faisant fonctionner comme cylindres détendeurs.

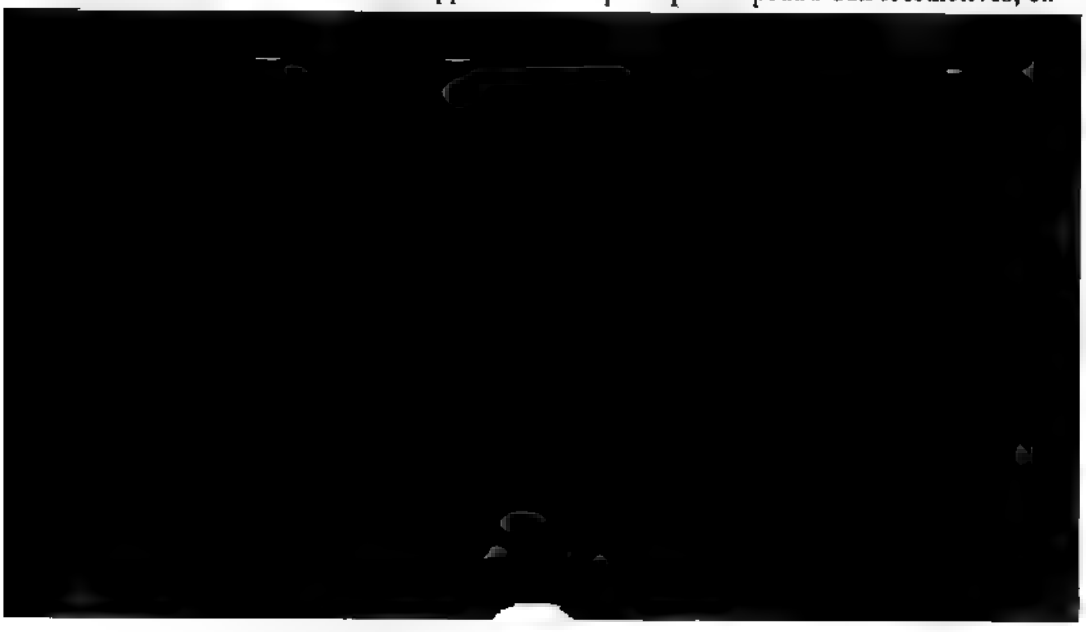
Enfin, parmi les autres systèmes de locomotives compound qui ont été projetés dans ces derniers temps (Monk, Allen, Johnson, etc.), il faut mentionner la disposition proposée par M. Laudsée, applicable sur toutes les locomotives, et permettant le fonctionnement à volonté en marche simple ou en compound sans modifier les cylindres ni leur mécanisme. Cet appareil était à l'essai sur le Nord français.

J'ai essayé, dans la planche XVII, de grouper les diagrammes des principaux types ci-dessus mentionnés.

II

EXPÉRIENCES DE M. BORODINE.

Après cette rapide revue des types principaux des locomotives compound, il nous reste à voir les résultats obtenus par leur service et à examiner jusqu'à quelle limite, dans ces différentes applications du principe compound aux locomotives, on



servations, et il serait certainement du plus haut intérêt de pouvoir l'insérer en entier dans le *Bulletin* du Congrès. Mais le défaut d'espace ne nous le permet pas, et partant nous chercherons à y suppléer par le résumé qui suit.

Les essais exécutés par M. Borodine se divisent en trois séries d'expériences, accomplies, l'une à l'atelier, l'autre sur des trains d'essais, la troisième sur des trains en service régulier.

Des essais de la même nature ont été faits aussi par M. Borodine sur une locomotive à voyageurs du type normal, dans le but d'étudier l'influence des enveloppes de vapeur des cylindres sur la consommation de la vapeur.

De ces derniers essais, nous ne parlerons que pour ce qui a un étroit rapport avec les expériences sur la marche en compound.

La machine compound (A^7) qui a servi à M. Borodine pour ses essais est du type Mallet à 2 cylindres extérieurs; la vapeur s'échappe du petit cylindre dans le grand à travers un tuyau arqué placé dans la boîte à fumée (diagr. II, pl. XVII).

Voici les conditions d'établissement de cette locomotive :

Diamètre du petit cylindre.	420 millimètres.
— grand —	600 —
Course des pistons	600 —
Rapport des volumes des cylindres . .	2.04
Volume du récipient (non compris la boîte à vapeur du grand cylindre) .	38,487 décimètres cubes.
Avance angulaire des excentriques . .	8.5 degrés.
Excentricité	75 millimètres.
Distribution Stephenson.	
Surface de grille	1.40 mètre carré.
— chauffe du foyer	8.3 —
— — tubulaire	113.4 —
— — totale	121.7 —
Nombre des essieux	3
— accouplés	2
Diamètre des roues motrices	1,700 millimètres.
Poids en service.	34 tonnes.

Essais à l'atelier. — Les essais ont été exécutés en 1881 d'après les méthodes de MM. Hirn, Leloutre et Halloner, dans un atelier d'essais installé provisoire-

ment à côté des ateliers de réparation du chemin de fer du Sud-Ouest russe, à Kieff.

La locomotive compound (A') fonctionnait comme machine fixe en développant la force de 90 chevaux indiqués environ, servant à mettre en mouvement les machines-outils des ateliers de Kieff : la partie variable du travail était fournie par la machine motrice des ateliers.

Le nombre des tours était de 94 à 97 par minute, correspondant à une vitesse de marche de 30 à 31 kilomètres à l'heure.

Pendant toute la durée de chacune des expériences (2 à 3 1/2 heures), on marchait autant que possible constamment avec une détente, une vitesse, une pression en chaudière et une ouverture du régulateur sensiblement invariables, de manière que le travail était le plus possible constant.

La faible partie de la puissance de la machine qu'il s'agissait d'obtenir obligeait à marcher à de grandes détentes (au 1er et au 2e cran du changement de marche, c'est-à-dire à un degré d'admission de 20 à 30 p. c. environ de la course dans le petit cylindre), et à des pressions basses (de 7.62 à 8.94 atmosphères absolues).

La vapeur d'échappement était condensée dans des réservoirs, dans lesquelles on la mesurait à l'aide d'appareils spéciaux.

On déterminait la température et le volume de l'eau d'alimentation de condensation et de celle écoulée, et on notait les pressions en chaudière, dans les cylindres et dans le receiver pour chaque diagramme qu'on relevait du travail des cylindres.

Les expériences sur une locomotive ordinaire (A[illegible]) étaient les mêmes conditions

Tableau A. — Essais dans l'atelier.

TYPE ET NUMÉROS DES MACHINES.	Distribution. Petit cylindre. Nombre des crans.	Distribution. Grand cylindre. Admission en p. c. de la course	Pression absolue dans la chaudière en atmosphères.	Nombre des tours par minute.	Durée des essais.	Pression moyenne dans les cylindres en atmosphères pendant un tour de machine. Petit	Pression moyenne. Grand.	Consommation de vapeur humide. Par tour de machine.	Consommation. Par heure et cheval indiqué	Travail indiqué moyen.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		P. c.	Atm.		Min.	Atm.	Atm	Kilog.	Kilog.	Chev.
A7 Compound avec enveloppes non fonctionnantes.	1	60	7.75	94.2	147	1.47	0.46	0.1714	11.19	87.0
	1	60	7.62	94.5	150	1.40	0.49	0.1743	11.42	86.6
	2	46	8.94	97.1	190	1.36	0.57	0.1603	10.02	93.2
A21 ordinaire sans enveloppes (un seul cylindre fonctionnant).	2	—	6.43	105.4	7[illegible]	AV 1.80 / AR 1.82	—	0.1489	13.54	60.5
	1	—	7.22	96.9	151	1.81 / 1.65	—	0.1497	13.77	63.3
A22 ordinaire avec enveloppes non fonctionnantes (un seul cylindre fonctionnant).	1	—	6.20	94	—	1.35	—	—	14.15	47.8
	1	—	6.14	92	—	1.29	—	—	15.28	44.1
	2	—	5.24	97		1.47	—	—	14.58	54.0
	[illegible]	—	5.12	102	—	1.49	—	—	14.45	54.5
	2	—	4.81	104	—	1.39	—	—	14.05	54.5
	2	—	4.77	96	—	1.24	—	—	15.70	44.1
	2	—	4.58	93	—	1.24	—	—	14.84	43.4
	2	—	4.31	91	—	1.03	—	—	17.41	35.5
A23 ordinaire avec enveloppes fonctionnantes (un seul cylindre fonctionnant).	1	—	6.29	93	—	1.42	—	—	12.95	49.8
	1	—	6.31	93	—	1.57	—	—	11.37	54.8
	2	—	5.39	102	—	1.62	—	—	12.56	63.3
	2	—	4.75	100	—	1.24	—	—	13.18	46.8
	2	—	4.25	96	—	1.22	—	—	13.68	37.3

Expériences avec train d'essai. — Ces expériences ont été exécutées en 1883 par M. Lœvy, ingénieur adjoint à l'ingénieur en chef des chemins de fer du Sud-Ouest russe, en adoptant la même méthode que pour les essais à l'atelier.

Dans le but de faire développer à la machine en essai un travail constant pendant toute la durée de l'essai, chaque train a été remorqué en double traction; la locomotive en tête du train devait donner le travail complémentaire nécessaire à la marche régulière du train.

Avec le plus grand soin, on mesurait le volume d'eau dans le tender, la pression dans la chaudière, le nombre de tours, etc., à chaque relevé de diagramme, et on notait la consommation de combustible pendant toute la durée de l'essai.

Les essais ont été faits sur la locomotive Compound A^7 et sur la machine simple 22 avec enveloppe de vapeur des cylindres et sans enveloppe.

On a trouvé que l'enveloppe réalisait une économie de vapeur pour la machine simple et qu'elle a donné, au contraire, des résultats complètement négatifs pour la locomotive compound.

Pour ce motif aussi, dans ce dernier cas, nous nous occuperons seulement des résultats obtenus sans l'emploi de l'enveloppe de vapeur.

Les principaux de ces résultats sont consignés dans le tableau suivant :

Tableau B. — Expériences faites avec des trains d'essai à double traction.

TYPE ET NUMÉRO	ADMISSION en pour cent de la course									
	[illegible]	[illegible]	[illegible] détente [illegible]	moyenne [illegible] chaudière [illegible] carrés.	[illegible] de tours [illegible] roues par minute.	[illegible] indiqué [illegible] chaux.	moyenne [illegible] et [illegible] indique.	[illegible] de bois [illegible] cheval.	[illegible] vaporisée [illegible] de bois.

TYPE ET NUMÉROS DES MACHINES.	ADMISSION en pour cent de la course. Petit cylindre. AV.	Petit cylindre. AR.	Grand cylindre. AV.	Grand cylindre. AR.	Degré de détente apparente.	Pression moyenne absolue à la chaudière (kilog. par cent. carré).	Nombre moyen de tours des roues par minute	Travail moyen indiqué (chevaux).	Dépense moyenne de vapeur par heure et cheval indiqué.	Consommation de bois par heure et par cheval	Quantité d'eau vaporisée par 1 kilog. de bois
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
									Kilog.	Kilog.	Kilog.
	30.7	30.3	57.7	57.8	1 : 6.7	10.00	86	135	9.05	2.29	3.95
A7 Compound (sans enveloppes).	73.3	73.3	57.7	57.8	1 : 2.8	9.70	98	261	10.83	2.87	3.77
	22.5	22.2	49.8	49.8	1 : 9.1	10.40	78	85	10.74	2.95	3.62
	60.0	60 3	49.8	49.8	1 : 3.0	10.25	91	216	10.75	3.20	3 30
	Cyl. de gauche.		Cyl. de droite.								
	21.7	22.2	19.0	19.8	1 : 4.8	9.60	87	187	12.67	3.74	3.39
	22.7	22.3	21 8	21 5	1 : 4.5	10.00	76	164	12.75	3.92	3.25
	32 3	31.7	28.8	28 0	1 : 3.3	9.60	71	219	12 14	3.22	3.74
A22 ordinaire sans enveloppes.	41.8	41.5	37.7	38.5	1 : 2.5	9.60	79	226	12.97	3.42	3 79
	57.0	56.8	54.2	53.8	1 : 1.8	9.40	83	272	14.14	4 31	3.28
	67.5	67.0	64.3	64.5	1 : 1.5	9.70	80	241	16.68	5 02	3 20
	80.5	74.5	78 5	73.2	1 : 1.3	9.20	62	190	18.31	5.72	3.20
	21.7	22.2	19.0	19.8	1 : 4.8	9.90	92	200	11.26	3 88	2.90
	32.3	31.7	28 8	28.0	1 : 3 3	9.20	74	215	12.13	3 34	3.04
A23 ordinaire (avec enveloppes).	41.8	41.5	37.7	38 5	1 : 2.5	9.10	79	248	12.60	3.54	3.56
	57.0	56 8	54.2	53.8	1 : 1.8	8.10	83	257	13 83	4 37	3.17
	67.5	67.0	64.3	64.5	1 : 1.5	9.70	99	279	15 96	5 16	3.10
	80.5	74.5	78.5	73.2	1 : 1 3	9.60	91	220	18.39	5.94	3.10

Essais effectués sur les locomotives en service des trains. — Dans ces essais, on considéra seulement la consommation de combustible avec la locomotive compound et on la compara à la même consommation des autres locomotives simples, de la même catégorie, du dépôt de Kieff et faisant le même service.

Les consommations moyennes de bois pour les machines simples et la compound sont les suivantes :

Tableau C.

TRAVAIL EFFECTUÉ.	Pour toutes les machines de la série A.	Pour la locomotive compound A7	Économie en faveur de la machine compound.
	Mètres cubes.	Mètres cubes.	Mètres cubes
Pour 1,000 kilom. de parcours de locomotives	46 5	39 30	15 p. c.
— 1,000 essieux-kilomètres de wagons . .	1 93	1.44	25 p c

De l'examen des tableaux *A*, *B*, *C*, qui sont un extrait des nombreuses expériences faites par MM. Borodine et Lœvy, on peut tirer les conclusions suivantes, qui sont énoncées dans le mémoire de M. Borodine :

I — Dans une locomotive simple, une ou l'autre méthode de réglage de la distribution, soit à la condition de l'égalité d'admission, soit à la condition de l'égalité des avances des deux côtés du piston, n'a pas d'influence sensible sur la consommation de la vapeur. Cette conclusion ressort des résultats suivants, obtenus sur la locomotive A^{22} sans enveloppe de vapeur.

Étiquette du système de distribution	Numéro de l'expérience	Côté du cylindre	Avance d'admission. Grand diamètre linéaire	Avance d'admission. Le p. c. du cylindre	Ouverture maxima des lumières d'entrée. Grand diamètre linéaire	Ouverture maxima des lumières d'entrée. Le p. c. du cylindre	Admission en p. c. de la course du piston.	Course du tiroir.	Consommation de vapeur par heure et par cheval-vapeur.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Millimètres		Millimètres			Millimètres	Kilog
2°	1	AV	8	1 78	9 75	2 17	30 0	61	15.12
		AR	3	0 67	4.75	1.06	28 5		
	3	AV	3.75	0.84	6	1.34	23.7	61	15.38
		AR	3 75	0 84	8	1.78	36.7		
	5	AV	7 37	1.65	0.75	2 17	29.4	61	15.30
		AR	1 00	0.22	6	1.34	32.7		
1°	7	AV	6.88	1 54	7.5	1.67	19 5	60	14.86
		AR	2.18	0 53	3 5	0 78	19 7		

La consommation de vapeur pour les cas 1, 5, 7, avec des admissions à peu près égales, diffère très peu de celle du cas 3 ayant les avances linéaires égales.

II. — La consommation de vapeur par cheval indiqué et par heure, soit dans les locomotives simples, soit dans les compound, diminue en augmentant la pression en chaudière. Cette diminution serait à peu près de 0,5 pour chaque atmosphère. (Voir les colonnes 4 et 10 du tableau A.)

III. — La consommation de vapeur par cheval indiqué et par heure dans les locomotives simples est un minimum pour un certain degré d'admission ; elle augmente tant dans le cas où la détente devient plus grande que dans le cas où elle est notablement réduite au-dessous de la détente, cela ressort des colonnes 6 et 10 du tableau *B*.

De là la conclusion que les cylindres de trop grandes dimensions sont nuisibles à l'économie de la consommation.

Dans les compound, au contraire (voir même tableau *B*), la consommation de vapeur par cheval indiqué et par heure diminue toujours avec l'augmentation de la détente.

IV. — Dans les locomotives compound, avec l'augmentation du nombre de tours par minute, les pressions moyennes aux cylindres diminuent et les contre-pressions augmentent.

Cette conclusion, qui ne résulte pas assez du tableau *A*, parce que ces essais ont été faits à basse pression et à petites admissions, est confirmée au contraire par les résultats des essais faits sur trains et qui sont consignés dans le tableau *D*.

Ces résultats portent à conclure que le rendement d'une locomotive compound comparé à celui des locomotives simples diminue avec l'augmentation de la vitesse.

Tableau D. — Expériences avec des trains d'essai.

RELATIONS ENTRE LES PRESSIONS DANS LES CYLINDRES DE LA LOCOMOTIVE COMPOUND A_7.

Admission en % de la course du piston.	Nombre de tours par minute	Pression absolue dans la chaudière en kilog. par centim. carré	Pression moyenne dans les cylindres en kilog. par cent. carré.				Contre-pression moyenne dans les cylindres en kilog. par cent. carré			
			Petit cylindre.		Grand cylindre.		Petit cylindre		Grand cylindre	
			Côté d'avant	Côté d'arrière	Côté d'avant	Côté d'arrière	Côté d'avant	Côté d'arrière	Côté d'avant	Côté d'arrière
P.C.-G.C.										
	38	11.5	8.74	8.85	2.95	3.06	4.31	4.31	1.22	1.21
	45	11.5	8.74	8.97	2.99	3.11	4.37	4.37	1.22	1.22
45—67.2	70	11.6	8.66	8.80	3.00	3.12	4.39	4.39	1.26	1.27
	105	11.2	8.21	8.55	2.96	3.08	4.56	4.56	1.31	1.34
	114	10.2	7.60	7.81	2.68	2.78	4.39	4.49	1.34	1.36

ADMISSION en p. c. de la course du piston.	Nombre de tours par minute.	Pression absolue dans la chaudière en kilog par centim. carré.	Pression moyenne dans les cylindres en kilog. par cent. carré.				Contre-pression moyenne dans les cylindres en kilog. par cent. carré.			
			Petit cylindre.		Grand cylindre.		Petit cylindre.		Grand cylindre.	
			Côté d'avant.	Côté d'arrière	Côté d'avant.	Côté d'arrière	Côté d'avant.	Côté d'arrière	Côté d'avant.	Côté d'arrière
45—67.2	50	11.10	8.20	8.47	2.82	3.00	4.25	4 32	1.29	1.29
	66	11.10	8.52	8.71	2.88	3.01	4.33	4.25	1.25	1.26
	77	11.10	8 17	8.42	2.81	3.00	4 43	4.49	1.34	1.35
	105	11.10	7.95	8.25	2.58	2.86	4.42	4 55	1.34	1.36
	114	11.10	7.80	8.14	2 60	2.81	4.54	4.67	1.35	1.41
45—67.2	63	9.80	7.47	7.58	2.56	2.63	3.75	3.70	1.23	1.21
	78	9.80	7.22	7.52	2 62	2.74	4.06	4.19	1.30	1.31
	86	9.80	7.03	7.41	2.53	2.65	3 89	4.00	1.28	1.36
45—67.2	80	9.60	6.94	7.10	2.46	2.57	3.91	3.97	1.29	1.33
	90	9.60	6.83	6.99	2.42	2.56	4 02	4.01	1.32	1.33
	112	9.60	6 60	6.85	2.42	2.59	4.07	4.17	1.35	1.35

V. — [illegible]

tions du levier de marche du petit cylindre et dépendant du rapport des volumes des deux cylindres.

Il faut remarquer que les variations des admissions au grand cylindre dans les limites de 50 p. c. et 67 p. c. de la course, ont une influence peu sensible sur la consommation de vapeur. Mais d'un autre côté, si l'admission au grand cylindre est plus faible que 50 p. c. de la course, la dépense de vapeur par cheval augmente sensiblement et devient d'autant plus considérable que l'admission dans le grand cylindre est plus faible.

VII. — Pour une même détente, la consommation de vapeur et de combustible par cheval indiqué et par heure est moindre dans les locomotives compound que dans les locomotives simples.

Des tableaux *A* et *B* on peut déduire, en effet, les résultats suivants :

DEGRÉ DE DÉTENTE.	Consommation de vapeur par cheval et par heure.			Consommation de combustible par cheval et par heure.		
	Locomotive compound. A7.	Locomotive simple. A22.	Économie réalisée par la locomotive compound.	Locomotive compound. A7.	Locomotive simple. A22.	Économie réalisée par la locomotive compound.
1	2	3	4	5	6	7
	Kilog.	Kilog.	P. c.	Kilog.	Kilog.	P. c.
4.8	9.9	12.7	22	2.69	3.80	32
4.5	10.0	12.7	21	2.62	3.80	31
3.3	10.5	12.1	13	2 75	3.64	22
2.5	11.9	13.0	9	3.12	3.90	20

La pression en chaudière était 9k7 et le nombre de tours 90 par minute pour les deux locomotives.

Les chiffres de ce tableau prouvent encore que l'économie de vapeur et de combustible réalisée par les locomotives compound travaillant au même degré de détente qu'une locomotive simple est d'autant plus grande que la détente est plus forte.

VIII. — Pour une même consommation d'eau et de combustible par heure, le travail de la locomotive compound est plus considérable que celui d'une locomotive ordinaire (tableaux *A* et *B*), et inversement pour effectuer un même travail, la locomotive compound consomme moins d'eau et de combustible qu'une locomotive simple.

La valeur de cette économie, d'après les résultats des essais de M. Borodine, serait de 15 à 20 p. c. sur les locomotives simples.

IX. — Cette circonstance de la moindre consommation de vapeur dans les locomotives permettrait encore, observe M. Borodine, dans le cas d'un excès de force de traction et d'adhérence, d'augmenter la composition des trains conduits par ces locomotives.

X. — Enfin, M. Borodine fait remarquer que la locomotive compound expérimentée ne présente presque aucune complication, que la construction revient à peu près au même prix que celle des locomotives ordinaires, que la moindre consommation exige des frais moindres de réparation des chaudières et d'entretien ; mais il ne donne pas à cet égard des chiffres précis

D'après toutes ces considérations, M. Borodine conclut explicitement qu'il y a avantage incontestable à construire les locomotives d'après le système compound. Aussi l'a-t-il adopté dans la pratique.

En effet, selon les renseignements que je dois à l'obligeance de M. Mallet, sur le chemin de fer du Sud-Ouest russe, il y a déjà six locomotives compound en service, d'autres sont en voie de transformation. M. Borodine se propose de transformer successivement, au fur et à mesure de leur entrée en réparation, toutes ses machines à 4 et 6 roues couplées, et il étudie un projet pour transformer aussi dans le même système ses machines à 8 roues accouplées.

Pour ce qui concerne les enveloppes de vapeur de la locomotive ordinaire, nous notons en passant que dans les essais à l'atelier ils ont donné une économie de 16 et 12 p. c. Au contraire, dans les trains d'essai ils n'ont pas donné de résultats satisfaisants.

III

EXPÉRIENCE DE M. PULIN

Des études expérimentales très complètes et approfondies ont été faites dernièrement par M. l'ingénieur A. Pulin, inspecteur principal de l'atelier central du Nord français, à Paris, sur une locomotive compound mise en service sur le réseau du Nord en 1886.

L'exposé détaillé de ces études et essais a formé l'objet d'un rapport très intéressant de M. Pulin, rapport qui vient de paraître dans la *Revue générale des*

Les conditions principales d'établissement de cette machine, dont nous donnons dans la planche ci-jointe le diagramme, sont les suivantes :

Diamètre de deux cylindres int. à haute pression. . . .	330 millimètres.
— — ext. à basse — . . .	460 —
Course des pistons.	610 —
Angle d'avance d'excentriques à haute pression	24 degrés.
— — à basse —	0 —
Rayon d'excentricité à haute pression	50 millimètres.
— à basse —	100 —
Distribution Stephenson pour la haute pression	»
— Walschaerts — basse —	»
Surface de la grille	$2^{m^2}27$
— chauffe du foyer	$9^{m^2}50$
— — des tubes.	$93^{m^2}53$
— — totale	$103^{m^2}03$
Timbre de la chaudière	11 kilogrammes.
Nombre des essieux accouplés	2
Diamètre des roues accouplées	2,100 millimètres.
Volume du receiver	$0^{m^3}163$
Poids de la machine en service	37^t800
— adhérent.	27^t600

On a fait cinq voyages d'expérience — dans les conditions habituelles de service — en 1886 de Paris à Longueau et de Paris à Lille, lignes qui présentent des rampes de 4 à 5 p. m.

A chaque expérience, on relevait exactement les poids du train, une vingtaine de couples de diagrammes sur les deux cylindres à haute et à basse pression avec l'indicateur Deprez-Garnier, et en même temps les diagrammes des efforts de traction sur le crochet du tender, et la vitesse du train à l'aide du wagon dynamomètre du Nord; les pressions dans la chaudière, dans le receiver, dans les boîtes à vapeur des cylindres étaient données par des manomètres étalons.

Nous croyons devoir relever ici les annotations relatives aux phases de la distribution :

1re PÉRIODE : ADMISSION. — *Dans les cylindres à haute pression*, la pression initiale et presque constante, quelle que soit la vitesse, est inférieure à celle de la chaudière d'environ un demi-kilogramme, avec des écarts ne dépassant pas trois quarts de kilogramme. Cela dépend surtout

de ce que le régulateur étant à soupape et, partant, ne comportant guère qu'une ouverture ou très minime ou très grande, on le tenait toujours en marche largement ouvert.

Pendant l'admission, la pression s'abaisse lentement ou rapidement, selon que le degré d'introduction est élevé ou faible. Pour un même degré, la diminution totale est constante quelle que soit la vitesse, dont l'influence ne paraît être prononcée que pour des admissions très faibles.

La décroissance de pression, à peu près uniforme pendant la majeure partie de l'admission, devient beaucoup plus grande à la fin de cette période, par suite du laminage de la vapeur.

Le rapport des pressions au commencement et à la fin de l'admission est en moyenne de 0.77 : 1.

Dans les cylindres à basse pression, la pression initiale est inférieure à celle du receiver d'un quart à un demi-kilogramme, et la décroissance de pression pendant cette période est presque insensible.

2e PÉRIODE : DÉTENTE. — Pendant la détente, il y a condensation dans les cylindres à haute pression et vaporisation dans ceux à basse pression. La condensation dans les petits cylindres, pendant toute la période de détente, varie entre 4 et 5 p. c. du poids de la vapeur initiale, et elle semble un peu plus forte à l'arrière qu'à l'avant du piston; la vaporisation dans les grands cylindres est variable de 5 à 8 p. c. du même poids.

Il faut noter que dans cette phase auront eu une influence remarquable les grands espaces nuisibles, qui dans les petits cylindres furent expressément augmentés jusqu'à 13 p. c. du volume total du cylindre, pour diminuer l'excessive compression qui se manifesta dans ces cylindres.

3e PÉRIODE : ÉCHAPPEMENT. — *Dans les cylindres à haute pression*, l'anticipation à l'échappement donne lieu à une chute de pression peu rapide, de sorte qu'elle peut paraître une continuation de la période précédente, ce qui semble dénoter une révaporisation très sensible ; dans l'autre période d'échappement, il se produit souvent une élévation de pression due à l'échappement de l'autre cylindre dans le même receiver; ensuite, la pression reste à peu près constante jusqu'au point de la course où la section de passage se trouve réduite environ aux deux tiers de la section primitive.

Dans les grands cylindres, la pression de la vapeur d'échappement est plus ou moins élevée

Pendant la compression, il y a condensation de la vapeur dans les deux petits cylindres et dans les deux grands : elle est minime dans les premiers; dans les autres, elle est évaluable, en moyenne, à 27 p. c. du poids de la vapeur à l'origine de la compression. Il faut noter à cet égard que ces grands cylindres sont beaucoup plus exposés au refroidissement que les petits et renferment de la vapeur assez plus humide.

M. Pulin, dans son mémoire, accompagne cette analyse des diagrammes du travail dans les cylindres de plusieurs autres observations fort intéressantes, mais auxquelles nous ne pourrions pas nous arrêter sans trop dépasser les limites de cet exposé; nous nous bornerons donc à rappeler encore ici les résultats obtenus dans le service en fait d'économie.

Quoique la locomotive expérimentée présentât des imperfections d'une certaine importance, et qu'on reconnût la possibilité de l'améliorer, toutefois elle présenta des avantages sensibles sur les autres locomotives simples de la même catégorie et faisant le même service.

Pendant les sept premiers mois de son service (décembre 1886-juin 1887), elle a fait avec toute régularité un parcours de 73,790 kilomètres.

Comparée aux autres locomotives à grande vitesse, elle paraît un peu faible surtout sur les lignes en rampe : cela tient à l'indépendance des essieux, laquelle, sur les rampes, ne permet pas de profiter autant de toute l'adhérence qu'avec l'accouplement ordinaire, car l'utilisation incomplète de celle-ci par les roues d'avant ne peut être compensée par un excédent de travail transmis à l'essieu d'arrière.

Les consommations moyennes kilométriques de combustible pendant quatre mois de service ont été de 7^k81 pour la locomotive compound et de 9^k6 pour la moyenne de six locomotives simples, faisant bien entendu le même service, soit une économie en faveur de la compound de 19 p. c.

La consommation minime relevée pour une des six locomotives susdites (et qui a été de 8^k30) donne toujours un avantage de 0^k50 en faveur de la compound, c'est-à-dire de 6 p. c.

La consommation d'eau a été par tonne-kilomètre de 0^l47 à 0^l53 pour la locomotive compound, tandis qu'elle a été de 0^l57 pour les locomotives simples.

Sous ce rapport, les expériences ont été très limitées, et la différence en faveur de la compound ne saurait être attribuée exclusivement au fonctionnement compound.

La consommation totale de graissage de la machine compound a été de beaucoup supérieure à la moyenne de celles des autres locomotives de comparaison, mais cela tient surtout à la disposition radiale des boîtes de l'essieu portant antérieur.

IV

RÉSULTATS DES ESSAIS FAITS SUR LES LOCOMOTIVES COMPOUND, MALLET, WEBB, WORSDELL, VON BORRIES.

Les expériences les plus complètes et les plus détaillées qui ont été faites sur le fonctionnement du principe compound aux locomotives sont peut-être celles de M. Borodine et de M. Pulin, et c'est pour cela que nous avons cru devoir en faire une plus large mention dans cet exposé; les rapports publiés sur les essais des autres locomotives compound se limitent, en général, à la constatation des résultats économiques obtenus.

Nous les rappelons ici rapidement :

Locomotives Mallet, de la ligne Bayonne-Biarritz. — Des locomotives-tenders à 3 essieux arrangés en compound selon la disposition Mallet mentionnée plus haut, ont été mises en service sur la ligne Bayonne-Biarritz, où les rampes atteignent 15 p. m. Les conditions d'établissement étaient les suivantes (diagr. I, pl. XVII) :

Diamètre du grand cylindre	280	millimètres.
— petit cylindre	420	—
Course des pistons	550	—
Surface de la grille	$1^{m2}26$	
— chauffe directe	$5^{m2}70$	
— des tubes	[illegible]	

mètres, principalement pour la traction des trains-poste éclairs. Son parcours journalier a été de 510 kilomètres. On a reconnu, observe M. Webb [1], que la locomotive présentait une grande stabilité dans la marche, ce qui serait dû, selon l'auteur, à la disposition des cylindres, laquelle permet d'équilibrer la machine et de supprimer les bielles d'accouplement.

La consommation moyenne de vapeur de cette machine a été de 7k50 par train-kilomètre, tandis que celle des machines simples faisant le même service a été de 9k75, soit une différence de 23 p. c. en faveur de la compound.

Selon cette disposition, M. Webb a fait ensuite construire d'autres locomotives plus puissantes, qui se groupent en trois types (compound 300, Dreadrought et type tender 687), dont les conditions principales d'établissement sont les suivantes :

	TYPE « compound 300 ».	TYPE « Dreadrought ».	TYPE « tender 687 ».
Petits cylindres, diamètre	330 mill.	355 mill.	355 mill
— — course des pistons	610 —	610 —	455 —
Grand cylindre, diamètre	660 —	762 —	660 —
— — course.	610 —	610 —	610 —
Surface de la grille	1m:59	»	1m:34
— de chauffe directe.	9 62	15m:3	7 80
— — des tubes	91 04	119 0	84 00
— — totale	100 66	134 3	91 80
Diamètre des roues motrices au contact. . .	1m980	1m905	1m430
Poids en service sur l'essieu ant. portant . .	10t40	12t70	11t900
— — — le 1er essieu moteur . .	14 20	15 25	15 700
— — — le 2e — — . .	13t15	15t25	15 800
— — — l'essieu portant d'arrière.	»	»	8 200
Poids total en service	37t75	43t20	51 606
Timbre de la chaudière.	11 kilog.	12 kilog.	11 kilog.
Distribution	Joy.	Joy.	Joy.

[1] F Webb, *Mémoire sur les locomotives compound*, 1884.

La locomotive « compound 300 » a effectué un parcours de 480 kilomètres (entre Euston et Carlisle, où les rampes atteignent 13 p. m.) en 7 h. 20 m., soit avec une vitesse de 70 kilomètres par heure, en remorquant un train d'environ 180 tonnes (sans y compter le poids de la machine et du tender). La consommation de charbon a été de 4,000 kilogrammes, correspondant à 7k96 par kilomètre, en déduisant la consommation pour allumage, etc., et la vapeur produite, 8k5 par kilogramme de combustible.

La locomotive type Dreadrought mise en service en septembre 1884 a effectué le même parcours d'Euston-Carlisle en remorquant un train de 210 tonnes (machine et tender y compris) et avec une vitesse de 72 kilomètres par heure. La consommation de combustible a été de 8k20 par kilomètre; l'eau vaporisée par kilogramme de combustible, de 9k49.

Pour la locomotive-tender « 687 », à 4 essieux, dont les deux extrêmes portants et les deux du milieu moteurs, la comparaison des consommations avec celles d'autres locomotives simples faisant le même service et ayant des chaudières semblables, etc., a donné les résultats suivants :

Consommation de combustible par train-kilomètre: 6k05 pour la locomotive compound, 7k85 pour les machines simples; économie réalisée par la compound, 23 p. c.

Une locomotive à 2 essieux couplés et bogie du Metropolitan Districts Railway, transformée par M. Webb en compound, pendant un service de dix mois (juin 1884-mars 1885), aurait fourni un parcours de 55,000 kilomètres avec une consommation de charbon de 6k62 par kilomètre, contre 8k80, chiffre auquel s'élève pour le même travail la consommation des locomotives simples ayant des chau-

Une grande stabilité en marche même aux grandes vitesses, et pour cela elles sont bien appropriées au service de trains express;

Facilité d'inscription dans les courbes par effet de la suppression de l'accouplement.

Un trait caractéristique des locomotives système Webb, qu'il est bon de rappeler parce qu'il n'est peut-être pas sans influence sur l'économie réalisée, est l'adoption d'une chaudière dont l'espace d'eau entourant la boîte à feu s'étend en dessous de la grille, le cendrier se composant ainsi de l'espace compris entre les barreaux de grille et l'enveloppe d'eau inférieure.

Comme nous l'avons mentionné plus haut, une locomotive compound (n° 901) système Webb — type Experiment — est en service depuis 1883 sur le chemin de fer de l'Ouest français.

Voici les renseignements que M. J. Morandière, ingénieur des études du matériel et de la traction aux chemins de fer du Nord, a bien voulu me donner sur le service de cette locomotive.

Les résultats du service de cette machine paraissent devoir se résumer comme il suit :

Économie de combustible : en été, 6 à 10 p. c. relativement aux machines faisant le même service; en hiver, seulement 2 à 4 p. c.

La consommation d'huile est plus forte que pour les machines faisant le même service.

D'autre part, il faut faire entrer en ligne de compte que la construction de cette machine ayant laissé à désirer, de nombreuses réparations ont dû y être faites; il en résulte que la dépense d'entretien, si intéressante à comparer avec l'économie de combustible, n'a pu être élucidée jusqu'à ce jour.

Locomotives Worsdell. — Les locomotives compound projetées par M. Worsdell sont de deux types. Ces deux types diffèrent entre eux seulement par les dimensions et par le nombre des essieux : l'une, en service sur le Great-Eastern, est à 2 essieux accouplés et bogie antérieur; l'autre, en service sur le North-Eastern Railway, est à 2 essieux accouplés et essieu portant antérieur (diagr. V, pl. XVII).

Les conditions principales d'établissement de ces locomotives sont les suivantes :

	TYPE du Great Eastern Ry. A	TYPE du North Eastern Ry B
Diamètre du petit cylindre	457 mill.	457 mill.
— grand —	660 —	660 —
Course des pistons	610 —	610 —
Surface de la grille	1m²61	1m²01
— chauffe directe	10 80	10 40
— — des tubes	100 20	110 25
— — totale	111 00	120 65
Diamètre des roues motrices	2m134	2m04
Poids sur le bogie ou sur l'essieu portant	14t80	13t10
— l'essieu moteur	14 80	18 20
— — accouplé	14 90	12 65
— total en service	44 50	43 95
Timbre de la chaudière	11k25	12k00
Système de chauffage	Lox	Lox

Elbing, construisit et livra au chemin de fer de l'Etat de Hanovre deux locomotives compound pour trains mixtes fabriquées d'après les plans de M. von Borries, ingénieur en chef du matériel de ce réseau. Ces locomotives, comparées avec d'autres faisant le même service et ayant les mêmes dimensions, ont donné une économie de 18 p. c.

Le même système — avec quelques modifications dont la pratique avait démontré l'utilité — a été appliqué à deux locomotives à marchandises à 6 roues accouplées, dont voici les dimensions principales (diagr. IV, pl. XVII) :

Diamètre du cylindre à haute pression	460 millimètres.
— — à basse —	650 —
Course des pistons	630 —
Diamètre des roues motrices au contact	$1^{m}330$
Surface de chauffe totale	$121^{m^2}6$
Timbre de la chaudière	12 atm. effectives.
Poids à vide	35t6.
— en service	39t7.

L'arrangement en compound, bien semblable à la disposition Mallet, était celui que nous avons décrit plus haut.

La consommation du combustible de cette locomotive a été de $12^{k}82$ par kilomètre, contre une consommation de $13^{k}98$ pour les autres locomotives des mêmes dimensions; le poids du train remorqué par la compound était plus lourd que dans l'autre cas. Il y a donc eu une économie de 10.5 p. c. au moins.

On construisit ensuite (1883-1884) 10 locomotives compound de 20 tonnes de poids pour trains omnibus et 4 locomotives pour trains express à 4 essieux couplés et 1 portant.

Les dimensions principales de ces dernières locomotives étaient (diagr. III, pl. XVII) :

Diamètre du cylindre à haute pression	420 millimètres.
— — à basse —	600 —
Course des pistons	580 —
Diamètre au contact des roues motrices.	$1^{m}860$
Surface de chauffe totale	98 mètres carrés.
Poids en service	38 tonnes.
— adhérent.	26 —
Timbre	12 atm. effectives,

Comparées avec les anciennes locomotives à grande vitesse du même réseau, ayant à peu près les mêmes dimensions, mais timbrées à 10 atmosphères, elles ont donné une économie de 16 p. c. dans la dépense de charbon.

L'économie réalisée par les 10 autres locomotives pour trains omnibus a été de 17 p. c.

Le nombre des locomotives compound en service sur ce réseau est maintenant de 47, dont 14 pour trains à voyageurs, 21 à marchandises, 12 spéciales, et on est en train d'étendre l'application de ce système.

Le service de toutes ces locomotives, observe M. von Borries, a toujours été très satisfaisant; un des avantages principaux de ces machines, c'est qu'avec la même chaudière les locomotives compound développent un travail sensiblement plus grand que les locomotives simples, de manière qu'une seule compound arrive à remorquer des trains qui, avec des machines simples, exigeaient la double traction : cela a été constaté et on en a profité sur la ligne Hanovre-Minden.

M. von Borries fait remarquer qu'une partie de l'avantage économique de ses compound est due à l'augmentation de la pression de travail de 10 à 12 atmosphères; mais au moyen des expériences, il a constaté que même à parité de pression les compound réalisent une économie assez considérable par rapport aux autres.

En effet, en comparant les consommations pendant huit mois de service sur la ligne Hanovre-Minden de 4 locomotives à marchandises ordinaires travaillant à 10 atmosphères, de 3 locomotives du même type travaillant à 12 atmosphères et de 1 locomotive compound à 12 atmosphères, il a obtenu les résultats suivants :

[redacted]

M. von Borries observe enfin que ce type de locomotive compound à deux cylindres ne présente aucune complication sur les locomotives simples, que le système de distribution est presque identique dans les deux cas, que le seul organe en plus, c'est la soupape pour la mise en marche, qui, étant automatique, n'exige pas de manœuvres ou de soins spéciaux pour son mouvement et son entretien. Pour toutes ces raisons, il conclut que les frais de construction et d'entretien des compound ne dépassent pas ceux des locomotives ordinaires, et que l'économie réalisée reste tout entière en pur profit.

V

RÉSUMÉ.

Les différents types des locomotives compound jusqu'à présent projetés, et dont nous avons mentionné les principaux, peuvent donc se grouper en trois classes :

I. — *Locomotives compound à 2 cylindres*, un à haute pression, l'autre à basse, actionnant le même essieu moteur. Type de cette série, le système Mallet, duquel dérivent les systèmes von Borries et Worsdell. Dans cette catégorie peut être aussi classé le système Sandifort à 4 cylindres actionnant tous le même essieu moteur.

II. — *Locomotives compound à 3 cylindres ou plus, à 2 essieux moteurs indépendants*, dont l'un actionné par les cylindres à haute pression, l'autre par les cylindres à basse pression. Le type de cette série est le système Webb à 3 cylindres. Les locomotives Glehn (Nord français) à 4 cylindres, et Mallet (à 4 cylindres et 8 essieux) appartiendraient à cette catégorie.

III. — *Locomotives compound à 4 cylindres accouplés* deux à deux, l'un à basse, l'autre à haute pression, et actionnant tous simultanément le même essieu moteur. Dispositions en tandem de M. Nisbet, de M. Dean.

Chacune de ces catégories peut comprendre des locomotives à plusieurs essieux moteurs accouplés par des bielles aux essieux moteurs principaux.

D'après les résultats des essais que nous venons de citer et qui ont été faits généralement sous la direction même des ingénieurs qui les avaient projetés, tous

ces différents types ont réalisé des économies assez notables et se sont montrés appropriés à un bon service de trains, soit de voyageurs, soit de marchandises.

Laquelle de ces trois catégories réunit le plus d'avantages et le moins d'inconvénients et doit, par conséquent, être préférée, voilà une question qu'il n'est pas facile de résoudre dans l'état actuel des choses.

Je dirais même que l'appropriation d'un type plutôt que de l'autre à un service déterminé n'est pas absolue, et que les conditions différentes de la voie sous le rapport des rampes et des courbes, les conditions de vitesse et des charges à remorquer, la plus ou moins grande uniformité du travail requis à la machine, peuvent déterminer la préférence à donner tantôt à l'un, tantôt à l'autre des systèmes examinés.

Ce qui semble désormais démontré, c'est que l'application du principe compound aux locomotives conduit à la réalisation d'une certaine économie dans la consommation du combustible tout en assurant un fonctionnement parfaitement régulier de la machine.

Nul doute qu'aux applications déjà faites en succéderont d'autres, qui amèneront de nouvelles expériences.

Il faut souhaiter que dans ces expériences on aura soin de tenir compte d'une façon uniforme de tous les éléments essentiels : frais de construction et d'entretien, conditions de service, économie réalisée dans les consommations de combustible et de graissage, etc., et que les résultats seront exprimés dans les mêmes unités de mesure pour en faciliter la comparaison; de cette manière, on arrivera promptement à la complète élucidation de la question.

Littéra A. — 3°.

DE LA NATURE DU MÉTAL A EMPLOYER POUR LES CHAUDIÈRES, LES TUBES A FUMÉE, LES ENTRETOISES, ETC.

Deux Administrations seulement ont envoyé à la Commission du Congrès des renseignements sur la question IX, littéra *A*-3°, savoir :

L'Administration des chemins de fer de l'État belge et celle des chemins de fer de l'Est français.

L'Administration des chemins de fer de l'État belge nous fournit seulement des renseignements sur la nature du métal à employer pour les tubes à fumée [1]; nous y reviendrons.

La Compagnie des chemins de fer l'Est français nous informe qu'elle emploie :

Pour les corps cylindriques et les enveloppes du foyer, les tôles de fer, en leur donnant une épaisseur suffisante pour qu'elles ne travaillent pas à plus de 5 kilogrammes.

Pour les foyers et les plaques tubulaires, le cuivre;

Pour les tubes à fumée, généralement « le laiton; seulement, pour 30 locomotives elle a adopté les tubes en fer raboutés en cuivre, qui ont donné des résultats satisfaisants au point de vue de l'étanchéité et de la production avec des eaux de bonne qualité; des résultats tout à fait défavorables avec des eaux calcaires, parce qu'alors le tartre adhérent beaucoup plus fortement et en plus grande quantité à ces tubes en fer qu'à ceux en laiton, la production des tubes est moins bonne et leur extraction présente de grandes difficultés ».

La même Compagnie nous informe encore qu' « un essai qu'elle vient de faire

[1] Voir le *Bulletin de la Commission internationale*, numéro de septembre, 1er fasc., p. 1066.

« de tubes en laiton nickelés et polis pour en diminuer l'entartrement n'a pas « donné des résultats supérieurs à ceux constatés avec les tubes en laiton et qu'on « a par conséquent abandonné cet essai ».

Enfin, la Compagnie de l'Est se prononce « en faveur de l'emploi du cuivre pour « les entretoises, de préférence à celui du fer, à cause des fréquentes ruptures « constatées dans les entretoises en fer qu'elle avait anciennement essayées. »

Ce sont là toutes les informations reçues.

A défaut donc de documents qui nous permettent de présenter une indication exacte des matériaux employés par chaque Compagnie et, ce qui serait plus important, de leurs appréciations motivées sur le choix qu'elles ont fait, nous nous bornons à recueillir ici quelques éléments de la question, lesquels pourront former l'objet de discussions utiles.

Métal à employer pour le corps cylindrique des chaudières. — Le choix ne peut porter que sur le fer puddlé ou l'acier.

L'emploi de l'acier est généralisé, pour ainsi dire, en Amérique et l'avis unanime exprimé par les ingénieurs de ses chemins de fer, dans leur dernière réunion à l'assemblée des Master Mechanics, a été que l'acier est décidément et de beaucoup la meilleure matière autant pour le corps cylindrique que pour le foyer.

Les 16,000 locomotives des États-Unis servant à l'exploitation de plus de 130,000 kilomètres de chemins de fer ont presque toutes leurs chaudières en acier (¹).

Ce métal, par contre, ne réunit pas encore beaucoup de sympathies parmi les constructeurs de locomotives en Europe, et son emploi est plutôt l'exception que la règle; cette exception est surtout présentée par l'Angleterre, où l'acier, outre un emploi assez étendu dans la construction des chaudières pour les machines fixes et pour la marine, vient d'être adopté sur une large échelle pour les corps cylindriques des chaudières sur quelques lignes, parmi lesquelles et au premier rang le London North-Western Railway.

En Allemagne, la question a été et elle est encore très discutée.

Le rapport de la direction générale des chemins de fer bavarois à la réunion technique du Verein, en 1878, constata que sur 20 Compagnies, 2 seulement s'étaient prononcées en faveur de l'acier, 13 contre, et 5 s'étaient montrées indifférentes.

(¹) G. Richard, *La chaudière locomotive et son outillage.* Dunod, Paris, 1886.

Les conclusions de ce rapport étaient que les tôles d'acier Bessemer sont peu avantageuses, à cause de leur peu d'homogénéité; que l'acier Martin ou analogue et l'acier au creuset peuvent être employés, pourvu qu'ils satisfassent à des conditions déterminées de résistance et d'allongement; que les principaux inconvénients de l'acier proviennent de la sensibilité des tôles susceptibles de subir des fissures, et des tensions inégales qui s'y développent au rivetage et pendant le travail de la forge; que l'acier doux paraît convenir pour les chaudières, mais qu'il ne présente encore sur les meilleurs fers que de faibles avantages.

Les tôles d'acier ont été également essayées en France, sur un grand nombre de chaudières, mais toujours sans avantages marqués.

Les chemins de fer italiens s'en tiennent toujours à l'emploi du fer pour le corps cylindrique et l'enveloppe des boîtes à feu de leurs chaudières.

Cette différence d'appréciations et de résultats a peut-être sa raison d'être dans la qualité différente de l'acier employé et dans la manière de le travailler.

Évidemment, la première condition pour un bon succès dans l'emploi de l'acier, c'est qu'il soit d'une qualité appropriée au but auquel il doit servir, c'est-à-dire très doux, très homogène, ne prenant pas la trempe, ayant une teneur en carbone d'environ 10 p. c., et une résistance à la rupture qui ne dépasse pas 50 kilogrammes par millimètre carré, avec un allongement proportionnel de 20 p. c. au moins, mesuré sur une longueur utile de 100 millimètres.

Les conditions imposées par le Pennsylvania Railroad pour les tôles en acier de ses chaudières, y compris les foyers, sont :

Résistance de rupture à la traction dans le sens du laminage de 38k5 par millimètre carré de la section primitive, avec un allongement de 30 p. c., mesuré sur des éprouvettes de 51 millimètres de longueur.

Le plus grand soin est apporté dans la réception des feuilles, qui sont toutes soumises à un essai et à un examen préalable; et toutes les élaborations sont entourées des précautions que la pratique a démontrées nécessaires ou utiles.

Avec des coulées sous pression ou en donnant aux lingots une épaisseur de beaucoup plus forte que celle de la tôle finie, on cherche à éviter autant que possible les soufflures; les tôles sont laminées avec un excès de surface qui suffise pour les ébarber ensuite largement; le chauffage pour l'emboutissage est fait graduellement et uniformément sur toute la surface avec une seule chaude, et de préférence au charbon de bois; le martelage avec des maillets plats à large face, qui répartissent le choc sur une grande étendue de la tôle, ne frappant jamais dès que

le rouge a disparu; le refroidissement enfin se fait lentement et uniformément : à cet effet, on pose les tôles sur un lit de charbon de bois très fin et on les recouvre d'une couche de poussière de 15 centimètres environ d'épaisseur.

Un outillage perfectionné, duquel font partie les emboutisseurs hydrauliques, concourt à faciliter le travail des tôles en acier et à en assurer la réussite.

La mauvaise influence que semble produire sur les tôles d'acier le poinçonnage des trous de rivets ne peut avoir une grande importance, car cette pratique a été reconnue bien défectueuse pour le travail de chaudronnerie, et l'on peut dire qu'en général les Compagnies de chemins de fer prescrivent l'emploi exclusif, dans ce but, des machines à forer, ou tout au plus que les trous soient poinçonnés à un diamètre plus petit que leur diamètre définitif, puis ensuite fraisés dans toute l'épaisseur de la tôle; et dans ces cas, l'acier doux de bonne qualité présente, on l'a constaté, le long de la ligne des trous de rivets, une résistance supérieure de 50 p. c. à celle du fer.

La question si l'acier est plus ou moins sujet que le fer à l'influence des corrosions est encore très discutée.

Pour citer quelques appréciations, celles de l'Amirauté anglaise, qui a fait des expériences comparatives très étendues sur la corrosion du fer et de l'acier dans les chaudières marines, sont « que l'acier doux et le fer, employés séparément, paraissent, dans la chambre de vapeur et dans l'eau fraîche, souffrir presque également des corrosions ».

Les expériences de Rogertson auraient donné des résultats en faveur de l'acier; celles de Philips, par contre, étaient favorables au fer, etc.

La [illegible] des résultats obtenus dans les différentes applications qui ont

Les chaudières des locomotives du Pennsylvania Railroad, timbrées à 9k84 par centimètre carré, ont le corps cylindrique (diamètre intérieur, 1m543) formé de trois viroles en tôle d'acier de 11 millimètres d'épaisseur; elles travaillent donc à raison de 6k9 par millimètre carré avec leur épaisseur entière, et de 8k4 en supposant une épaisseur réduite de 2 millimètres. En calculant de même avec 2 millimètres d'usure la fatigue des tôles de fer de nos locomotives, on ne trouve en général que 5 à 6 kilogrammes au plus.

Cet avantage de pouvoir employer des tôles moins épaisses et présentant une grande résistance aurait une importance plus marquée avec la tendance actuelle à l'élévation des pressions, tout en admettant de grands diamètres pour le corps cylindrique.

Avec un métal moins résistant, les tôles devraient avoir une grande épaisseur, ce qui augmenterait assez leur poids et aussi les chances qu'elles soient mal soudées; tandis que leur travail — cintrage, rabattement des bords, matage des joints — est beaucoup plus difficile.

Il faut le noter, on n'a guère profité de cet avantage dans l'emploi des tôles en acier qu'ont fait les ingénieurs des chemins de fer d'Europe, car ils ont conservé avec l'acier presque les mêmes épaisseurs de tôles qu'avec le fer, et ils ont eu en vue surtout d'avoir une durée beaucoup plus grande.

Tel a été, entre autres, l'avis de M. Webb.

L'acier employé pour les tôles des chaudières est quelquefois le Bessemer — par le London North-Western Railway, par exemple — mais de préférence c'est acier au réverbère et l'acier au creuset. Comme nous l'avons dit plus haut, le métal presque généralement en usage sur les chemins de fer d'Europe pour les chaudières est le fer puddlé.

Voici les conditions que la Compagnie des chemins de fer italiens de la Méditerranée impose pour la fourniture de ses tôles :

Tôles embouties : Résistance à la traction par millimètre carré de la section primitive, 36 kilogrammes dans le sens du laminage, 34 kilogrammes dans le sens transversal avec les allongements correspondants de 22 p. c. et de 18 p. c. respectivement;

Tôles non embouties (viroles, etc.) : Dans le sens du laminage, résistance de 35 kilogrammes, allongement correspondant 20 p. c.; dans le sens transversal, résistance de 32 kilogrammes, allongement correspondant 15 p. c.; longueur utile des éprouvettes, 200 millimètres.

Les tôles de la première catégorie doivent supporter un emboutissage dont la flèche est égale à vingt-quatre fois l'épaisseur de la tôle et le diamètre égal à 20 fois la même épaisseur; pour les tôles de la deuxième catégorie, la flèche de l'emboutissage est égale à douze fois l'épaisseur de la tôle et le diamètre, à vingt-quatre fois la même épaisseur.

Les objections élevées contre la tôle en acier étaient le défaut d'homogénéité; l'excès de dureté, la fréquence des altérations causées par un excès de chaleur, soit au laminage, soit dans le travail ultérieur,

Le progrès de la métallurgie est parvenu à éliminer beaucoup de ces obstacles; et on arrive, semble-t-il, aujourd'hui à produire d'une manière courante et uniforme un métal très résistant, doux, homogène, qui ne présente pas trop de difficultés à être travaillé : c'est le *flusseisen*, le fer homogène.

La question si, sous des conditions déterminées, son emploi peut convenir pour la construction des chaudières, nous semble digne de l'attention des discussions du Congrès.

En parlant de la nature du métal à employer pour le corps cylindrique de la chaudière, il ne sera pas hors de propos de mentionner les deux procédés proposés pour préserver les chaudières de l'attaque des eaux : celui de Feldbarcher consistant, comme il est connu, à recouvrir l'intérieur du corps cylindrique d'une sorte de gaîne en cuivre ou en laiton; l'autre, de Ocheme, consistant à recouvrir les tôles d'une couche de plomb par l'intermédiaire du zinc.

Ni l'un ni l'autre de ces procédés, que je sache, n'ont été adoptés un peu en grand.

Nature du métal à employer pour les foyers. — Le choix de la meilleure matière à adopter pour les foyers ne peut porter que sur l'acier et le cuivre; le fer étant tout à fait abandonné.

L'acier est seulement employé assez en grand en Amérique; en Europe, le cuivre est le métal exclusivement en usage pour les foyers.

La qualité de l'acier des foyers des locomotives américaines est presque la même que celle des corps cylindriques.

A ces tôles, on donne des épaisseurs très faibles; ainsi dans la locomotive du Pennsylvania Railroad, que nous avons citée plus haut, cette épaisseur n'est que de $6^{mm}35$ pour les flancs; $7^{mm}9$ pour les faces avant et arrière et pour le ciel, enfin $12^{mm}7$ pour la plaque tubulaire; les dimensions du foyer sont : largeur en haut, $1^{m}385$; longueur, $2^{m}178$; hauteur moyenne sur la grille, $1^{m}308$.

La faible épaisseur de ces tôles facilite la transmission de la chaleur à travers les parois et diminue la différence de température entre les deux faces de la tôle; elle devrait, par conséquent, être avantageuse aussi bien pour la production de la vapeur que pour le travail et la conservation du foyer; et en effet, avec l'acier on compterait [1] en Amérique, pour les foyers, sur une durée moyenne en service de dix ans, à 40 kilomètres de parcours par an.

Ce bon résultat tient essentiellement, paraît-il, à la qualité excellente des tôles, à la pureté des eaux alimentaires, à la grandeur des grilles — de manière que le travail par unité de surface est moindre — et aussi à un entretien très soigné des foyers.

L'emploi de l'acier pour les foyers des locomotives a été essayé en Europe et surtout en Angleterre, mais les résultats ont été défavorables.

Les tôles se fendaient avec bruit par leur refroidissement quand on ouvrait la porte du foyer; elles se corrodaient, les tubes ne tenaient pas.

On attribua cet échec non pas seulement à la qualité des tôles, inférieure à celle des tôles américaines, mais aussi à leur trop grande épaisseur; en les faisant plus minces, au contraire, on trouva qu'elles étaient peu durables, qu'il y avait des difficultés à faire tenir les entretoises, — à cause de la réduction du nombre des filets engagés, — sans recourir à des dispositions trop compliquées, comme celle, par exemple, proposée par M. Stephenson du North-Eastern, d'emboutir le métal tout autour de l'entretoise. On trouva en outre que l'acier, quelque doux qu'il fût, s'aigrissait toujours à l'usage.

Par conséquent, on adopta pour les foyers exclusivement le cuivre.

Les conditions imposées par les chemins de fer italiens de la Méditerranée pour ces tôles sont :

Résistance à la rupture par traction, 24 kilogrammes par millimètre carré de la section primitive, allongement 30 p. c. dans les deux sens, mesuré sur une longueur de 200 millimètres; les plaques doivent supporter à froid un pliage sur elles-mêmes sans criques ni ruptures.

Il faut observer encore que l'emploi du cuivre facilite les réparations et les substitutions partielles de quelques plaques, et que son prix de revient plus élevé est en grande partie compensé par la valeur que ce matériel conserve toujours après usage.

[1] G. Richard, *La chaudière locomotive.*

Il est donc à croire que la résistance du cuivre à l'action du feu et des corrosions, de beaucoup plus grande que celle du fer et de l'acier, et sa conductibilité lui conserveront chez nous la préférence sur tout autre matériel pour la construction des foyers des locomotives.

L'emploi des tôles ondulées, en fer ou en acier, pour les foyers des locomotives, proposé et effectué dans quelques cas, n'a pas eu de suite.

Nature du métal à employer pour les tubes à fumée. — Nous avons déjà eu l'occasion plus haut de faire mention des renseignements fournis par la Compagnie de l'Est français à cet égard.

Il nous reste à examiner les communications reçues sur ce sujet de la part de l'Administration des chemins de fer de l'État belge.

Celle-ci nous informe que :

« Les tubes en cuivre rouge se comportent bien en service et paraissent devoir « amener une certaine réduction dans la consommation de combustible.

« Les essais sont trop récents pour pouvoir en apprécier exactement les résul- « tats.

« Les tubes en fer étamés ou cuivrés n'ont pas donné de bons résultats « l'essai a été abandonné.

« Les tubes en fer ou en acier avec bouts en cuivre ont donné lieu à des « inconvénients graves, à cause des fuites et des ruptures constatées à l'endroit « de la soudure.

« Cette Administration, à la suite de ces résultats, qu'elle ne saurait attribuer « aux défauts du travail, est d'avis que la soudure de ces deux métaux en contact, « ayant des dilatations différentes, ne peut rester étanche, et pour cela elle se « prononce contre ce système. »

Nous avons pourtant l'exemple d'autres Administrations qui emploient des tubes en fer raboutés en cuivre et qui en sont satisfaites : l'application des tubes de cette nature faite, à titre d'essai, par la Société des chemins de fer italiens de la Méditerranée, n'a donné lieu à aucune difficulté sous ce rapport.

« Les tubes en fer ou en acier, d'après la note de l'Administration susdite, se « comportent bien en service, et leur emploi, pour des machines lavées régulière- « ment et alimentées au moyen d'eaux de bonne qualité, est, au point de vue de « l'entretien et de la consommation de combustible, au moins aussi avantageux que « celui des tubes en laiton.

« Par contre, pour des machines surmenées et employant des eaux très dures, « l'emploi des tubes en fer entraîne une consommation exagérée de combustible « et des difficultés graves de service, à cause de leur entartrement.

« Les tubes coniques en laiton se comportent bien; l'essai, toutefois, n'a pas « duré assez longtemps pour pouvoir en tirer des conclusions catégoriques sur « l'économie de consommation de combustible réalisée avec ces tubes, par rapport « à celle des tubes en laiton ordinaires. »

Ces résultats, quoiqu'ils ne soient pas corroborés par des chiffres, concordent du reste pour la plupart avec ceux obtenus par les autres Administrations de chemins de fer.

Sur l'emploi des tubes en cuivre, on observe que ce métal aurait l'avantage de garantir une bonne étanchéité des joints, et d'être bien résistant à l'action du feu; il présente le désavantage de s'user sous l'action du frottement des particules solides entraînées par le courant gazeux, et d'avoir un prix plutôt élevé.

Pour ces motifs, son emploi a été généralement abandonné, et on l'adopte, dans quelques cas, seulement au point d'insertion dans les foyers, en profitant ainsi de la malléabilité pour faire un bon joint et en compensant son usure plus rapide par une surépaisseur.

La tubulure en laiton donne de bons résultats et elle est employée sur une large échelle; elle est plus résistante et moins coûteuse que celle en cuivre, et réunit presque au même degré les autres bonnes qualités de la tubulure en cuivre.

Le laiton des tubes doit contenir en moyenne 0.30 à 0.35 de zinc sur 0.65 à 0.60 de cuivre; une augmentation dans la teneur du zinc rendrait l'alliage trop cassant.

Les tubes en laiton sont souvent raboutés du côté du foyer en cuivre. Le système est adopté par les chemins de fer de la Méditerranée pour toutes les chaudières des locomotives à grand foyer.

L'emploi des tubes en fer ou en fer homogène ou acier doux est aujourd'hui très répandu.

Ils ont, sur les tubes en laiton, l'avantage de coûter beaucoup moins, de fatiguer moins les plaques tubulaires par leur poussée, tandis qu'il n'y a guère de différence entre les uns et les autres au point de vue de l'économie de combustible.

Les inconvénients reprochés aux tubes en fer sont les suivants :

Ils s'entartrent plus facilement que les tubes en laiton et leur emploi exige que

les eaux soient pures ou épurées, et que les machines soient méthodiquement et fréquemment lavées.

Les tubes en fer donnent lieu, aux plaques tubulaires, à des fuites qui rongent très vite les bouts des tubes et qui sont plus difficiles à éviter qu'avec les tubes en laiton.

On remédie à cet inconvénient, soit en appliquant aux tubes en fer un bout en cuivre rouge du côté du foyer, soit en fixant les tubes aux plaques tubulaires avec beaucoup de soins et par des procédés spéciaux. Pour les tubes en fer, à cause de leur homogénéité moindre que celle du laiton, l'usure ne se fait pas toujours uniformément sur toute la surface, mais il se produit des oxydations en certains points, qui obligent à mettre hors de service les tubes avant qu'ils aient atteint leur épaisseur minimum.

L'expérience prouve pourtant que les tubes en fer font dans la plupart des cas un bon service, et, en effet, leur emploi est pour ainsi dire généralisé en Amérique et en Allemagne, et il est de plus en plus usité en Angleterre.

D'après les expériences faites sur les principales lignes anglaises et américaines, le parcours fourni par des tubulures en fer avec des eaux de qualité moyenne avant leur premier raboutage a été de 250,000 à 350,000 kilomètres en moyenne, et pour quelques-unes il est arrivé même à 396,000 kilomètres. Ces parcours seraient même supérieurs à ceux qui en moyenne se constatent pour les tubes en laiton.

En France, le laiton est le métal préféré et presque exclusivement employé pour les tubulures. Il en est de même en Italie. Les chemins de fer italiens de la

Jusqu'ici, les résultats obtenus n'ont pas accusé des avantages assez marqués en faveur des tubes en fer pour en conseiller l'emploi au lieu des tubes en laiton.

L'essai continue. En résumé, le choix entre les tubulures en fer et celles en laiton est surtout une question d'eau; et selon la qualité et la nature de celles-ci, il faudra donner la préférence aux unes ou aux autres.

Ajoutons ici que les conditions imposées pour la réception des tubes en laiton, par la Compagnie des chemins de fer italiens de la Méditerranée, sont les suivantes :

Résister à une pression hydraulique intérieure de 25 atmosphères effectives sans manifester aucun suintement; supporter le rabattage à froid d'un rebord de 15 millimètres, sans qu'il se déclare ni fentes ni éclats.

Les conditions imposées par la plupart des chemins de fer de l'Allemagne pour la réception de leurs tubes en fer forgé très doux sont :

Résister à une pression de 20 à 25 atmosphères. Pouvoir s'élargir, à froid et sans recuit, avec un mandrin de 3 millimètres de diamètre, sans qu'il se manifeste ni fentes ni gerçures.

Métal pour les entretoises, pour les tirants d'armature et pour les rivets. — Les entretoises pour les foyers en acier sont en acier doux ou en fer; par contre, pour les foyers en cuivre, elles sont généralement en cuivre.

Les tirants d'armature sont presque toujours en fer, les rivets exclusivement en fer pour les chaudières faites en tôles de fer, en fer ou quelquefois en acier très doux pour les chaudières en tôle d'acier. En ce dernier cas, la rivure est plus résistante que celle en fer, mais elle exige des précautions et des soins spéciaux dans son exécution.

Les conditions imposées par la Compagnie des chemins de fer italiens de la Méditerranée pour la fourniture du cuivre pour entretoises sont les mêmes que celles pour les plaques en cuivre des foyers que nous avons mentionnées ci-dessus, et les conditions pour le fer des tirants et des rivets sont : une résistance à la rupture de 36 kilogrammes par millimètre carré de la section avec un allongement de 20 p. c. mesuré sur 200 millimètres.

La spécification du fer pour entretoises et rivets des chaudières du Pennsylvania Railroad prescrit qu'il doit avoir une résistance à la rupture de 35 kilogrammes par millimètre carré et un allongement de 30 p. c. mesuré sur une longueur primitive de 51 millimètres.

Turin, 24 août 1887.

DEUXIÈME PARTIE :

Littéra A. — 4°

ADHÉRENCE DES ROUES DE LOCOMOTIVES

PAR LE CHEVALIER J. SILVOLA

(INGÉNIEUR, CHEF DE SECTION PRINCIPAL DE LA TRACTION DES CHEMINS DE FER DE LA MÉDITERRANÉE (ITALIE)

Littéra A. — 4°.

de diamètre, munie de tuyaux permettant d'envoyer sur les rails, au moyen d'un injecteur spécial, un jet d'eau en face de chacune des roues d'avant ».

Il paraît pourtant que ces essais ont été effectués en descendant les plans inclinés et dans le but d'augmenter le frottement qu'exercent sur les rails les patins des freins-traîneaux. Aucun essai, à ce qu'il semble, n'a été effectué en gravissant la rampe.

« L'Administration des chemins de fer de l'État belge a aussi effectué des essais sur les lignes de Hockai, toujours avec la même locomotive employée à Liége.

« Ces essais ont duré :

« Du 5 au 21 février 1885;
« Du 6 au 16 mars 1885;
« Du 28 octobre au 6 novembre 1885.

« Les résultats obtenus sont les suivants :

« Le mouillage des rails augmente légèrement le frottement qu'exercent sur eux les patins des freins-traîneaux.

« A cet avantage est opposé un inconvénient d'une importance notable. La quantité d'eau envoyée sur les rails doit être suffisante pour que ceux-ci soient complètement lavés; une simple humidité contrarie l'action des patins au lieu de l'accroître. Il en résulte que les machines munies de l'appareil d'injection doivent s'approvisionner d'eau plus fréquemment que les autres machines faisant le même service. L'alimentation des locomotives des plans n'est faite, en général, qu'après deux voyages de Liége à Ans. La machine qui a servi à faire les essais a dû prendre de l'eau après chaque descente des plans. »

Des résultats à peu près analogues nous sont indiqués pour les essais de Hockai et c'est en présence de ces résultats que l'essai a été abandonné.

Cependant, nous devons observer qu'aucune indication ne nous a été donnée relativement aux quantités moyennes de sable et d'eau employées pour descendre les plans inclinés dont il est question, ni relativement aux dépenses nécessaires.

De même, il paraît qu'on n'a pas pris en considération les frais d'entretien des freins, des bandages et des rails, ce qui, du reste, est tout à fait naturel si on observe que les essais ont duré bien peu de temps et qu'une seule machine a été munie de l'appareil à eau.

On ne saurait donc prononcer un jugement en faveur ou contre le système en nous appuyant seulement sur la note dont nous venons de parler.

Nous avons dit que l'Administration des chemins de fer de l'Est (France) a, elle aussi, envoyé une note sur l'emploi du jet d'eau ou de vapeur pour augmenter l'adhérence des roues de la locomotive sur les rails, mais nous devons aussi ajouter que malheureusement cette Administration condamne le système, tout en déclarant qu'elle n'a pas effectué des essais.

Voici la note dont il s'agit :

« Nous n'avons pas fait d'essais dans cet ordre d'idées, mais nous pensons qu'on ne pourrait obtenir des résultats appréciables au point de vue de l'adhérence qu'au moyen d'une très grande dépense d'eau ou de vapeur. »

Nous devons à présent nous occuper de la note envoyée par l'Administration de la Méditerranée (Italie).

Cette note (1) nous apprend :

1° Que dans le mois de juin 1879, la Compagnie des Chemins de fer de la haute Italie essaya, pour la première fois, le jet d'eau et de vapeur pour laver les rails, sur la ligne Pontedecimo-Busalla, et que les résultats de ces essais, qui ont été faits avec le concours d'un ingénieur, furent très satisfaisants ;

2° Qu'à la suite de ces bons résultats, ladite Administration appliqua un deuxième appareil à une autre locomotive à 8 roues accouplées, de sorte qu'on put ainsi, dans le mois de novembre de la même année, continuer les essais avec des trains traînés en tête par l'une et poussés en queue par l'autre de ces deux machines, et que les essais, faits dans des conditions atmosphériques assez mauvaises, confirmèrent les bons résultats qu'on avait trouvés lors des premières

Ces dépenses étaient de 20,000 francs par an en employant le sable, et de 2,500 francs en employant l'eau et la vapeur, de sorte que ce dernier système donnerait une économie de 17,500 francs;

6° Qu'à la suite de ces calculs, l'Administration appliqua l'appareil à un plus grand nombre de locomotives, qui donnèrent toujours de très bons résultats;

7° Qu'en 1885, lorsqu'on avait déjà 9 locomotives munies de l'appareil à jet d'eau et de vapeur, on dut remplacer les machines du type Beugnot, qui faisaient le service entre Pontedecimo et Busalla, par d'autres locomotives, également à 8 roues accouplées, mais beaucoup plus puissantes, et cela à cause du mouvement des marchandises, qui augmentait toujours sur la ligne de Gênes à Alexandrie;

8° Que ce remplacement, aussi bien que le changement d'administration, empêchèrent de continuer l'application de l'appareil dans la mesure que l'on désirait.

Pourtant, nous devons observer que malgré tout cela, tandis qu'à la fin de 1884 on avait seulement deux locomotives Sigl munies de l'appareil, ce nombre augmenta jusqu'à 11 à la fin de 1885 et à 22 à la fin de 1886.

C'est donc depuis plusieurs années et avec un nombre assez grand de locomotives que l'Administration dont il s'agit fait des expériences sur le système du jet d'eau et de vapeur.

Dans l'année courante, on a fait de nouveaux essais très nombreux, sous la direction d'un ingénieur du Bureau central de la traction, toujours dans l'ordre d'idées de constater si l'on devait considérer le système du jet d'eau comme plus avantageux que celui du sable; les résultats obtenus vinrent confirmer d'une manière absolue l'avantage du système du jet d'eau.

Nous trouvons, en effet, dans la note dont il est question, qu'en employant l'eau, il n'y a jamais eu défaut d'adhérence et qu'actuellement l'Administration économise 20,500 francs par an, sans tenir compte de la diminution dans les frais d'entretien des machines, des rails, etc.

Quoique pour le moment on ne puisse pas donner des indications détaillées sur l'économie qui résulte de ce dernier chef, parce que jusqu'à présent le service entre Pontedecimo et Busalla n'est pas encore fait complètement avec des locomotives munies du jet d'eau, nous croyons pouvoir affirmer que l'Administration pourra ainsi augmenter encore dans une proportion très notable l'économie déjà remarquable dont nous avons parlé.

Nous devons aussi observer que lorsque le système du jet d'eau sera appliqué à toutes les machines de Pontedecimo, il nous donnera un autre avantage, très

important; en effet, il résulte de la note des Chemins de fer de la Méditerranée que la grande quantité de sable qui reste dans le tunnel des Giovi est un grave obstacle à l'écoulement des eaux d'infiltration, de sorte que le ballast est, dans le tunnel, toujours imprégné de sable mouillé qui compromet la sécurité de la voie.

Il est pourtant évident que lorsque toutes les machines ne se serviront que du jet d'eau pour éviter le patinage, il n'y aura plus de sable dans le tunnel : il ne s'y trouvera par conséquent plus de boue, et l'écoulement des eaux se fera parfaitement, ce qui est le désidératum pour un bon entretien de la voie.

Il nous semble donc que le système dont il est question doit être préféré d'une manière absolue à l'ancien système du sable.

Mais on pourrait peut-être objecter que l'emploi de l'eau n'augmente pas le coefficient d'adhérence d'une quantité égale à l'augmentation produite par le sable. Cela est exact; mais si le sable augmente l'adhérence, il augmente aussi la résistance du train au mouvement, car, évidemment, le sable, qui reste toujours en proportion plus ou moins grande sur les rails, s'oppose au roulement des roues des wagons et des voitures.

Quelle est la mesure de cette augmentation de résistance au mouvement ?

N'y a-t-il pas peut-être compensation entre cette augmentation de résistance au mouvement et l'augmentation de l'adhérence de la locomotive ?

Voilà des questions à étudier; pourtant, nous devons observer que depuis qu'on emploie l'eau au lieu du sable (et c'est depuis plusieurs années), les mécaniciens n'ont jamais constaté de défaut d'adhérence en employant l'eau, et pourtant le poids moyen des trains n'a pas diminué; on peut même dire qu'au contraire, ce

« Nous rappellerons ici ce que nous avons dit dans une précédente note, relativement à l'influence désastreuse produite par le sable que les mécaniciens jettent sur les rails pour augmenter l'adhérence dans les rampes; le sable pénètre dans les soufflures de l'acier, forme coin et produit des ruptures longitudinales qui mettent les rails hors de service au bout de peu de temps.

« Nous avons fait remarquer que dans plusieurs pays étrangers on avait évité cet inconvénient en substituant l'eau au sable. Sans recourir à ce moyen, qui partout a donné d'excellents résultats, on peut diminuer la proportion des ruptures longitudinales en diminuant la quantité de sable jetée sur les rails et en changeant sa nature. Ainsi, dans le tunnel des Sorderettes, de la ligne de Saint-Michel à Modane, les rails retirés sur la rampe sont cinq fois moins nombreux depuis que la dépense de sable est descendue de 80 à 30 mètres cubes par mois et que le sable provenant des délaissés de l'Arc a été remplacé par celui de Miallon (près de Valence). »

Eh bien, nous nous demandons si on pouvait résoudre d'une manière plus explicite et plus décisive en même temps, la question de l'emploi du jet d'eau et des fâcheuses conséquences de l'emploi du sable. N'est-il pas dit que le jet d'eau a donné partout d'excellents résultats et qu'avec ce système on *évitait* l'inconvénient désastreux produit par le sable?

Et si, dans le tunnel des Sorderettes, on a pu réduire au cinquième la quantité des rails retirés sur la rampe seulement en diminuant la quantité de sable employée et en changeant sa provenance, n'est-il pas naturel de se demander à combien serait réduite la quantité des rails à retirer si l'on supprimait complètement l'emploi du sable? La diminution dans le nombre des rails retirés dont parle la note de M. Coüard n'est-elle pas une preuve éclatante des désastreuses conséquences de l'emploi du sable?

Nous rappellerons aussi les conclusions de M. Egger, ingénieur du matériel et de la traction du Chemin de fer central suisse, telles qu'on les trouve à la page 361 du numéro de décembre 1884 de la *Revue générale des chemins de fer* :

« Grâce à l'emploi de cet appareil, le patinage, autrefois très fréquent sur la forte rampe du tunnel du Hauenstein, n'a presque plus lieu, et la détérioration des rails et des bandages a diminué par suite de l'usage moins fréquent du sable. »

Il nous semble que de ce que nous avons eu l'honneur d'exposer, on peut conclure aisément que le système du jet d'eau et de vapeur doit être préféré à

l'ancien système du sable, chaque fois que des circonstances tout à fait exceptionnelles n'exigent pas l'emploi du sable.

A cet égard, nous devons faire observer que le système du jet d'eau ne saurait donner des résultats très satisfaisants si on l'employait sur des lignes dans de mauvaises conditions par rapport à la température.

En effet, dans les endroits trop froids, le jet d'eau ne saurait donner des résultats très satisfaisants.

Pourtant nous devons ajouter qu'en Suisse, où le climat pendant l'hiver est assez froid, la Compagnie du chemin de fer central et celle du Gothard emploient le jet d'eau et de vapeur au lieu du sable. Selon les renseignements que nous avons rappelés et ceux que la Direction des chemins de fer du Gothard a bien voulu nous donner, elles en sont très satisfaites.

Voici la note que nous avons reçue à cet égard :

« Nous avons l'honneur de vous informer que nous avons trouvé parfaitement utile l'appareil pour laver les rails, pourvu qu'il soit appliqué d'une manière rationnelle. Nous avons toutes nos machines (55) avec cet appareil, qui a été appliqué lors de l'ouverture de notre réseau par notre Machinenmeister, M. Stoker.

« En ayant toutes nos machines munies de l'appareil dont il est question, nous n'avons pas fait des essais par rapport à d'autres systèmes; pourtant l'épreuve évidente de l'utilité du jet d'eau est démontrée par la quantité tout à fait insignifiante de sable employée par nos machines.

« Comme nous l'avons déjà dit, ayant adopté le lavage des rails depuis l'ouverture de notre réseau, nous ne pouvons pas donner des indications sur la diminution dans les frais d'entretien des locomotives, des bandages, etc.; mais nous nous bornerons à observer que l'usure des rails, pendant cinq années d'exercice, n'arriva en moyenne qu'à 2 millimètres, tandis que d'après les calculs faits en s'appuyant sur l'expérience générale, cette usure aurait dû arriver à 5 millimètres. »

Nous répétons donc que le système dont il est question doit être considéré comme très utile et préférable à celui du sable toutes les fois que des conditions absolument exceptionnelles n'exigent pas l'emploi de ce dernier; et nous croyons aussi pouvoir assurer qu'un tel système employé pour le passage des grands tunnels à fortes rampes, comme nous l'employons pour le passage du tunnel des Giovi, donne des résultats très satisfaisants.

C'est là un des moyens pour rendre moins dangereux, pour les agents en service sur les trains, le passage des grands tunnels, où très souvent la fumée, ne

pouvant pas sortir, donne lieu à des patinages très nombreux; ce qui est fort pénible pour les mécaniciens, à cause de la température élevée produite par la vapeur d'échappement, qui sort très vite et en très grande quantité.

Quoique cela n'ait pas tout à fait une relation directe avec la question de l'emploi du jet d'eau pour augmenter l'adhérence, nous croyons devoir ajouter quelques mots sur un appareil étudié par M. l'ingénieur Valle, du Bureau central de la traction de la Méditerranée, et que cette Administration essayera sous peu.

C'est un appareil qui est, lui aussi, destiné à rendre moins pénible aux mécaniciens et chauffeurs le passage des grands tunnels.

En nous réservant de donner des renseignements plus détaillés lorsqu'on aura fait les essais nécessaires, nous croyons devoir indiquer dès à présent le principe de l'appareil en question.

M. l'ingénieur Valle s'est proposé de construire un appareil à air fonctionnant d'une manière prompte et continue, même lorsque la locomotive patine ou est obligée, pour un motif quelconque, de prolonger son temps de parcours dans le souterrain.

Cet appareil a pour but d'envoyer sur la plate-forme, en peu de temps, une grande quantité d'air prise dans les conditions les plus favorables dans l'intérieur des tunnels.

Cet air doit non seulement modifier la composition de l'atmosphère qui entoure le mécanicien et le chauffeur, mais encore (et c'est une condition assez importante) en diminuer de beaucoup la température, pour permettre ainsi aux agents de respirer dans les milieux délétères.

La mise en action de l'appareil est tout à fait simple, car il suffit d'ouvrir un robinet. Le principe sur lequel repose sa construction, et la manière dont il a été étudié dans les détails afin de rendre très facile son installation sur les locomotives, nous laissent espérer que les essais que l'on fera sous peu donneront des résultats satisfaisants. Nous reviendrons alors sur ce sujet et nous donnerons une description de l'appareil ainsi que les résultats obtenus.

Turin, le 22 juillet 1887.

TROISIÈME PARTIE :

Littéra B

RÉPARATION DES LOCOMOTIVES DANS LES DÉPOTS

PAR LE CHEVALIER J. SILVOLA

INGÉNIEUR, CHEF DE SECTION PRINCIPAL DE LA TRACTION DES CHEMINS DE FER DE LA MÉDITERRANÉE (ITALIE)

Littéra B.

JUSQU'A QUELLE LIMITE CONVIENT-IL D'EXÉCUTER DANS LES DÉPOTS LES RÉPARATIONS DES LOCOMOTIVES ?

Parmi les Administrations de chemins de fer, il y en a cinq qui ont bien voulu envoyer des notes sur cette partie de la question IX.

Ces Administrations sont :

Celle des chemins de fer de l'État belge;

— — de l'État néerlandais;

[illegible]

secondaires, si elles ont exigé plus de 60 journées d'homme de métier; *petites*, si elles ont nécessité 60 journées ou moins d'homme de métier.

« Les moyennes et les grandes réparations doivent être exécutées dans les ateliers centraux, où les moyens d'action mis à la disposition du personnel rendent le travail plus économique.

« La réparation d'une locomotive y est qualifiée : *grande*, si elle a exigé plus de 1,100 journées d'homme de métier; *moyenne*, si elle a nécessité 1,100 journées ou moins d'homme de métier.

« A l'État belge, depuis qu'on a créé des ateliers centraux sur différents points du réseau, la plupart des dépôts de locomotives ont été rendus à leur véritable destination.

« On n'exécute plus de réparations moyennes que dans quelques rares remises.

« Tout le personnel qui était affecté à la réparation des locomotives dans les dépôts, a été successivement transféré dans les grands ateliers centraux. »

Nous croyons utile d'ajouter à cette note quelques renseignements sur les endroits où existent les ateliers centraux et les remises de locomotives.

Les ateliers centraux se trouvent à Malines-Luttre, Mons-Cuesmes, Gentbrugge (Gand), Bruxelles (Quartier-Léopold).

Les remises ou dépôts de locomotives se trouvent à Liége, Anvers, Tirlemont, Verviers, Malines, Welkenraedt, Ans, Pepinster, Landen, Bruxelles (Nord), Gand, Ostende, Alost, Termonde, Bruxelles (Midi), Charleroy, Braine-le-Comte, Luttre, Baulers, Berzée, Tamines, Montigny, Monceau, Mons, Tournai, Haine-Saint-Paul, Saint-Ghislain, Ath, Quaregnon (Central), Schaerbeek, Namur, Jemelle, Arlon, Bertrix, Virton, Bruxelles (Quartier-Léopold) et Statte.

Ayant eu occasion de visiter quelques-uns des ateliers centraux et plusieurs dépôts, je me permettrai de donner ici quelques renseignements sommaires.

Ainsi, par exemple, dans les ateliers de Malines et Bruxelles (Quartier-Léopold) il y a tout ce qu'il faut pour exécuter de grandes réparations et même la construction des chaudières. Pourtant, je crois que l'atelier de Malines et spécialement celui de Bruxelles (Quartier-Léopold) pourraient être plus grands et avoir un plus grand nombre de machines-outils de nouvelle construction.

Quant aux dépôts, j'ai observé que ceux qui se trouvent dans la même localité où il y a un grand atelier n'ont pas de machines-outils et presque pas d'ouvriers, ce qui du reste s'explique très facilement, à cause de l'organisation des chemins

de fer de l'Etat belge. En effet, ce réseau est divisé en cinq districts, ayant chacun son atelier central et plusieurs dépôts. Chaque district étant dirigé par un seul chef de service, il en résulte que les locomotives peuvent très facilement être envoyées du dépôt aux ateliers, sans aucune perte de temps, et, de même, les dépôts peuvent demander et recevoir tout de suite, les pièces de rechange et les ouvriers dont ils ont besoin pour réparer leurs machines.

Au contraire, dans les Administrations dans lesquelles les grands ateliers sont à la dépendance du service du matériel et les dépôts à la dépendance du service de la traction, il est presque impossible d'éviter les pertes de temps dues aux correspondances; et alors il est plus convenable d'avoir, même dans les endroits où existent les grands ateliers, de *petits entretiens* dans les dépôts pour exécuter les réparations courantes.

Dans plusieurs dépôts du réseau de l'État belge, il y a de petits ateliers avec une certaine quantité de machines-outils et d'ouvriers, de telle sorte que l'on peut y exécuter des réparations assez importantes; ainsi, à Bruxelles-Nord, à Liége, à Schaerbeek, nous avons vu des machines limeuses, des machines à raboter, des tours, même plusieurs tours à roues, des machines à percer, des meules, des forges, etc.

Nous devons pourtant ajouter que ces dépôts ont tous une dotation assez grande de locomotives; ainsi, à Bruxelles-Nord, il y en a 75, à Liége 108 et à Schaerbeek 60.

Nous avons aussi observé que dans ces dépôts la quantité d'ouvriers affectés aux réparations des locomotives, n'est pas tout à fait proportionnelle à la quantité

« Un atelier central à Zwolle avec 397 employés,
« Et 31 dépôts avec 272 employés. »

Il n'est pas indiqué si dans les 272 employés des 31 dépôts, sont compris les mécaniciens et les chauffeurs.

Une deuxième note dit :

« En ce qui concerne les lignes exploitées par notre Compagnie, l'expérience a prouvé qu'il y a lieu de faire exécuter dans les dépôts les opérations suivantes aux locomotives et tenders : remplacement des ressorts de suspension, cercles des pistons, blocs de frein, tiroirs, roues d'avant des locomotives, roues des tenders, tubes de la chaudière (en cas d'urgence), etc. »

Quoique ces renseignements soient assez sommaires, il paraît que les chemins de fer de l'État néerlandais suivent à peu près le même système que celui employé par les chemins de fer de l'État belge. Il paraît même qu'ils réduisent encore davantage les réparations dans les dépôts.

CHEMINS DE FER DE L'EST FRANÇAIS.

Voici la note que nous avons reçue :

« Nos ateliers de dépôts sont outillés de façon à pouvoir faire toutes les réparations courantes des machines. Les réparations des différentes parties de la machine ne peuvent évidemment pas être soumises à des règles fixes; en général, les réparations au dépôt sont poussées aussi loin que possible tant qu'il ne s'agit pas de réparations importantes à la chaudière et aux cylindres; même dans le cas où il s'agit d'un remplacement de tubulure, si la machine est encore en bon état, les grands ateliers envoient les tubes au dépôt qui se charge du retubage de la machine.

« Il en est de même pour le remplacement de toutes les pièces qui ne peuvent pas être faites au dépôt.

« Sauf le cas d'accidents, les machines ne rentrent aux ateliers de grande réparation que tous les sept ou huit ans.

« Au point de vue de la bonne exécution des travaux, cette organisation n'a jamais présenté d'inconvénients, et au point de vue économique elle est avantageuse, un système de primes d'entretien ayant pu être établi en faveur du personnel des dépôts. »

Nous regrettons de ne pas pouvoir donner des renseignements plus détaillés, qui auraient été très utiles pour étudier cette question.

CHEMINS DE FER DE PARIS-LYON A LA MÉDITERRANÉE.

Voici la note que nous avons reçue :

« L'entretien des locomotives est confié aux dépôts de la traction et aux ateliers de réparation du matériel.

« Les dépôts entretiennent les machines en service; les ateliers sont chargés des réparations et des modifications importantes.

« Les réparations que les dépôts sont autorisés à faire aux locomotives et tenders sont définies par une instruction de l'ingénieur en chef du matériel et de la traction.

« Elles se divisent en trois catégories :

« 1° La première comprend les travaux de visite et d'entretien journalier des machines et tenders, tels que :

« Nettoyage des machines et des tenders;
« Lavage des chaudières;
« Matage pour étancher les fuites légères;
« Débouchage des entretoises creuses;
« Redressage des barreaux de grille;
« Serrage à bras aux livres [illegible] du mécanicien;

« Les autres travaux sont confiés au personnel d'ajusteurs et d'ouvriers spéciaux entretenus dans les dépôts.

« 2° La deuxième catégorie comprend :

« Le remplacement des pièces usées ou brisées par des pièces de rechange fournies par les ateliers, et que ceux-ci prennent le plus souvent dans un stock préexistant dit : *parc aux pièces de rechange.*

« L'entretien de ce parc est confié aux ateliers du matériel.

« Quand un dépôt a besoin d'une pièce de rechange, il la demande par dépêche à l'atelier, qui la lui envoie immédiatement; le dépôt retourne la pièce avariée qu'il a dû remplacer et l'atelier la répare si elle est réparable. Ce système d'entretien par pièces de rechange pouvant s'appliquer indistinctement à toutes les machines d'une série, présente de très grands avantages au point de vue de la bonne utilisation du matériel.

« Un jeu de pièces de rechange ajouté à un certain nombre de machines, permet en effet de faire, avec ces machines, un travail identique à celui qui serait fait avec le même nombre augmenté d'une machine, s'il n'y avait pas des pièces de rechange. De plus, le matériel reste toujours bien identique à lui-même, puisque toutes les réparations des pièces sont faites par les mêmes ateliers, sans que les dépôts puissent y apporter la moindre modification.

« Les pièces de rechange comprennent :

« *Pour les machines :*

« Balances de soupapes de sûreté;
« Soupapes de sûreté et leurs sièges;
« Régulateurs et leurs sièges;
« Organes du frein à air comprimé;
« Pararingards et paraflammes;
« Fumivores (partiellement ou en totalité);
« Cheminées;
« Tuyaux d'échappement et leur mécanisme;
« Appareils de changement de marche (partiellement ou en totalité);
« Mouvements de distribution (partiellement ou en totalité);
« Appareils à contre-vapeur et accessoires;
« Bielles et boulons d'articulation;

« Tiroirs, pistons et accessoires;
« Presse-étoupes et leurs goujons;
« Couvercles de boîtes à vapeur et de cylindres;
« Tuyauterie, robinetterie et rotules;
« Injecteurs et accessoires;
« Essieux montés, boîtes à graisse et ressorts de suspension;
« Ressorts de traction;
« Ressorts de choc;
« Tampons de choc;
« Traverses;
« Attelages.

« *Pour le tender :*

« Tuyauterie et robinetterie, soupapes de prise d'eau, boîtes à graisse, ressorts de suspension et de traction;
« Tampons de choc;
« Traverses;
« Attelages;
« Mouvements et sabots de frein;
« Cloches d'alarme et leurs supports.

« 3° La troisième catégorie comprend les travaux de petit entretien, tels que :

« *Pour les machines :*

« [illegible]

« Remplacer l'antifriction des tiroirs, colliers d'excentrique et coussinets;

« Remplacer et ajuster les coussinets dans les cages des bielles, des boîtes à graisse, etc.;

« Remplacer et ajuster les garnitures métalliques, les presse-garnitures et les bagues de fond;

« Ajuster les segments des pistons;

« Ajuster les pistons dans les cylindres;

« Ajuster les tiges des pistons dans les crosses;

« Remplacer les bagues de coquilles des pistons;

« Réparer les boîtes à vapeur et les cylindres;

« Resserrer ou remplacer, mais sans modifier le type, les boulons d'attache des cylindres aux longerons;

« Réparer les longerons au moyen de pièces rapportées;

« Ajuster ou même remplacer les tournants des robinets;

« Réparer la tuyauterie;

« Réparer les sabliers.

« *Pour les tenders :*

« Réparer la caisse à eau, le mouvement des soupapes de prise d'eau et le frein.

« En outre, certains dépôts choisis, parmi les plus importants, sont munis de tours à roues, qui leur permettent de rafraîchir les bandages des essieux des machines et des tenders.

« Ces tours offrent, pour les dépôts qui en sont munis, des avantages sérieux; ils évitent des transports onéreux d'essieux montés, des dépôts aux ateliers et vice versa; ils permettent en outre de conserver à l'essieu refraîchi les coussinets qu'il possédait avant de passer au tour, d'où résulte une notable économie de matières et de main-d'œuvre d'ajustage.

« Parmi les réparations de cette troisième catégorie, certaines ne peuvent être entreprises que sur l'autorisation de l'ingénieur principal de la traction; je citerai :

« La pose des cornières dans les angles du foyer et de la plaque tubulaire de boîte à fumée;

« Les réparations des boîtes à vapeur et des cylindres, au moyen des frettes;

« Les réparations des longerons au moyen de pièces rapportées.

« Ces dernières réparations ne sont d'ailleurs autorisées qu'après mûr examen

et il est dans tous les cas formellement interdit d'en faire aucune nécessitant la descente des longerons ou des cylindres.

« Tous les travaux qui ne sont pas compris dans l'une des trois catégories ci-dessus détaillées sont du ressort des ateliers du matériel.

« Je dois cependant ajouter, pour être complet, que les dépôts sont autorisés à entreprendre, quand il y a lieu, la peinture des machines et des tenders. »

A ces renseignements assez détaillés qui ont été donnés par l'Administration des chemins de fer de Paris-Lyon à la Méditerranée, et au moyen desquels nous pouvons nous faire une idée assez exacte du système suivi par cette Administration pour l'entretien de ses locomotives, je crois assez utile d'ajouter quelques notes que j'ai eu occasion de prendre lors de ma visite à plusieurs dépôts de l'Administration susdite.

Ainsi, je dirai que le nettoyage des locomotives et des tenders est fait à la tâche par une équipe spéciale de manœuvres, tandis que cette besogne, dans d'autres Administrations, est faite par les manœuvres qui doivent aussi exécuter d'autres travaux ou par des entrepreneurs, moyennant une certaine rétribution par machine et par tender.

Je dirai aussi que cette Administration donne généralement à chaque dépôt une quantité d'ouvriers ajusteurs presque proportionnelle aux kilomètres de parcours des machines. Ce nombre est déterminé sur la base d'un ajusteur pour 100,000 kilomètres annuels de parcours.

Outre ces ouvriers, chaque dépôt reçoit aussi des ouvriers spéciaux, comme forgerons, chaudronniers, tourneurs, etc.

Arles, c'est-à-dire là où existent les grands ateliers pour les locomotives, doivent envoyer les pièces de rechange aux dépôts qui en font la demande et en même temps approvisionner les petits parcs qui existent dans certains dépôts importants.

CHEMINS DE FER DE LA MÉDITERRANÉE (ITALIE).

A présent, nous devons nous occuper de la note envoyée par l'Administration des chemins de fer italiens, réseau de la Méditerranée.

On trouvera cette note publiée dans le numéro du mois de juillet du *Bulletin de la Commission internationale du Congrès* (1). Je me bornerai donc à résumer ce qu'elle contient de plus important.

Il résulte de cette note que le réseau du premier compartiment se divise en cinq sections de traction, savoir :

Celle de Turin.	avec	126	locomotives.
— Alexandrie	—	131	—
— Milan.	—	146	—
— Gênes.	—	162	—
— Livourne.	—	103	—
	Total.	668	locomotives.

Au demeurant, ce nombre ne représente ni la quantité de locomotives que l'Administration avait à son service en 1886, ni celle des locomotives en service effectif, dans cette même année 1886; car il y avait toujours, alors, une moyenne de 59 locomotives en réparation dans les dépôts et de 71 locomotives dans les grands ateliers qui dépendent du service du matériel.

Il en résulte que la quantité de locomotives que le premier compartiment avait à son service était de 739, dont :

609, savoir 82.41 p. c. en service des trains, doubles tractions, manœuvres, etc.;
59, — 7.98 p. c. en réparation dans les dépôts;
71, — 9.61 p. c. en réparation dans les grands ateliers.

Le parcours total des locomotives a été dans l'année 1886 de 26,087,961 kilomètres, de sorte que nous avons les parcours moyens suivants :

35,300 kilomètres pour chaque locomotive au service de l'Administration;
39,053 — — — à la disposition de la traction;
42,836 — — — en service effectif.

(1) Voir 2e fascicule, p. 421.

Ces parcours moyens nous semblent très grands, d'autant plus que le réseau dont nous parlons et qui a une longueur de 3,027 kilomètres, possède 117 kilomètres de lignes de montagne sur lesquelles on doit employer des locomotives à huit roues accouplées et marcher à petite vitesse.

Dans d'autres Administrations, ces parcours sont bien plus petits; par exemple pour les chemins de fer de Paris-Lyon à la Méditerranée, le parcours moyen pour chaque locomotive que la Compagnie a à son service est de 27,000 à 28,000 kilomètres et s'élève à 34,000 où 35,000 kilomètres pour chaque locomotive en service effectif, quoique dans ces parcours les heures de réserve correspondent à 10 kilomètres, tandis que pour la Méditerranée chaque heure de réserve correspond à 6 kilomètres seulement.

Nous ajoutons encore que le parcours dû aux réserves est à peu près le 12 ou 15 p. c. du parcours total.

La quantité des locomotives au service du premier compartiment des chemins de fer de la Méditerranée nous paraît donc insuffisante.

La note dont nous parlons nous indique que les réparations des locomotives sont effectuées, tantôt dans les dépôts, tantôt dans les grands ateliers.

Les grands ateliers pour la réparation des locomotives du premier compartiment dépendent du service du matériel et se trouvent à Turin, à Milan et à Sienne. Pour le deuxième compartiment, il y a d'autres grands ateliers.

C'est dans les grands ateliers que l'on exécute les réparations importantes et les modifications du matériel; tandis que dans les 14 dépôts du premier compartiment, on n'exécute que de petites réparations.

Dans ces dépôts, on limite les réparations au remplacement des pièces de rechange et à quelques toutes petites réparations : toute modification au matériel y est interdite.

Voici, en résumé, les travaux qu'on exécute dans les dépôts :

Nettoyage des locomotives et des tenders; } On y emploie des équipes spéciales de manœuvres.
Lavage des chaudières; }
Matage pour étancher les fuites légères;
Serrage aux divers organes du mécanisme;
Réglage de la course des tiroirs;
Visite et remplacement des pistons, des tiroirs, des essieux, des coussinets, des boîtes à graisse, des bielles, des robinets, des soupapes, des garnitures, des presse-étoupes, des joints, des régulateurs, des appareils de changement de marche, des

ressorts de traction et de suspension, des tampons, des traverses, des attelages, des pièces usées ou brisées, des organes du mécanisme de distribution et du mouvement, etc.;

Remplacement des tubes à fumée, des tubes d'admission et échappement de la vapeur, etc.

Dans certains dépôts et tout à fait exceptionnellement, on applique quelquefois des cornières aux coins des foyers et aux plaques tubulaires des boîtes à fumée.

Afin de pouvoir exécuter les réparations que nous avons indiquées, les dépôts possèdent des machines-outils; pourtant nous devons faire observer que, jusqu'à présent, ces dépôts ne sont pas tous outillés d'une manière convenable et complète; ainsi, dans la note des chemins de fer de la Méditerranée, nous trouvons qu'en 1886 les dépôts d'Alexandrie, de Milan-Simplon et de Livourne possédaient seuls des moteurs à vapeur; qu'à présent, le dépôt de Milan-Central a reçu une installation analogue à celle de Milan-Simplon; que les installations de Pontedecimo et de Savone sont absolument provisoires et que, dans les autres dépôts, il n'y a que quelques tours et quelques machines à percer à bras.

Nous avons dit que dans les dépôts on se limite à exécuter de petites réparations, c'est-à-dire on fait ce que l'on peut appeler le petit entretien des locomotives et des tenders, et nous devons ajouter que ces réparations sont exécutées presque en totalité dans les jours de repos établis dans les tours de roulement.

Ces tours de roulement sont généralement composés de la manière suivante : six ou sept jours de service effectif, suivis par un jour de réserve dans les dépôts et par un seul jour de repos à la fin du tour.

Avec de pareils tours de roulement, les locomotives peuvent être mieux surveillées, examinées et réparées aussitôt qu'une réparation devient nécessaire; de plus, les mécaniciens et les chauffeurs, qui font assez souvent retour chez eux, peuvent mener une vie plus confortable, moins coûteuse et plus hygiénique.

C'est là un principe auquel l'Administration de la Méditerranée attache, et avec raison, croyons-nous, beaucoup d'importance.

Nous avons dit que dans les dépôts on n'exécute que de petites réparations; cela nous est démontré jusqu'à l'évidence aussi par les annexes à la note de ladite Administration.

En effet, en examinant l'annexe III, nous voyons que, en 1886, 668 locomotives affectées aux dépôts sont allées à la petite réparation 21,702 fois, et y sont restées pendant 28,720 journées. Il en résulte que chaque réparation n'a demandé en moyenne que 1.32 de journée d'arrêt dans les dépôts.

Il est donc évident que, dans ce temps, on ne peut faire que le petit entretien.

Si nous admettons quarante jours de repos pour chaque locomotive et pour chaque année, il en résulte pour les 668 machines, 26,720 journées de repos : c'est-à-dire presque la totalité des journées de réparation. Cela nous démontre que la plus grande partie des réparations est faite pendant les jours de repos.

L'Administration de la Méditerranée a établi que chaque locomotive peut rester inactive dans les dépôts, à cause de petites réparations, dix jours par année en sus des jours de repos, sans interrompre la continuité du parcours à compter pour la prime d'entretien des machines.

Voici de quelle manière est réglée cette prime :

Toute locomotive, qui n'a pas exigé dans l'année pour ses réparations une quantité de jours d'inactivité plus grande que celle ci-dessus indiquée, a droit à une prime de 5 francs par 1,000 kilomètres de parcours, au delà d'une certaine limite dont nous allons parler tout de suite.

Cette prime est partagée par tous les mécaniciens qui ont employé la locomotive, et dans une mesure proportionnelle au parcours effectué.

Chaque machine neuve ou qui a subi une grande réparation ou qui a interrompu pour un certain temps son parcours à cause d'une réparation, doit parcourir 20,000 ou 25,000 kilomètres (selon le type) avant d'avoir droit à la prime.

Ces 20,000 ou 25,000 kilomètres représentent la limite dont nous avons parlé.

Lorsqu'une locomotive a parcouru ce nombre de kilomètres, elle a droit à une

Dans la même année 1886 :

292	locomotives	effectuèrent un	parcours sans	interruption de	30,000 à 40,000 kil.
139	—	—	—	—	40,000 à 50,000 —
72	—	—	—	—	50,000 à 60,000 —
7	—	—	—	—	60,000 à 70,000 —

Nous observons aussi qu'en 1886 la quantité de locomotives envoyées en grande et moyenne réparation a été de 186; ces machines avaient parcouru, en moyenne et sans interruption depuis leur dernière sortie des ateliers, 128,248 kilomètres; or, comme on a vu que le parcours moyen annuel des locomotives en service est pour ce réseau de 35,000 kilomètres, il en résulte que chaque locomotive est restée en service continuel pendant trois ans et huit mois.

L'annexe I à la note des chemins de fer de la Méditerranée nous démontre que le parcours moyen des locomotives, entre deux réparations dans les ateliers, est à peu près toujours le même, savoir : de 127,000 à 130,000 kilomètres, et que ce parcours varie avec le type des locomotives; ainsi nous trouvons qu'il est de :

141,879	kilomètres	pour les	machines	à voyageurs;
113,976	—	—	—	à marchandises;
135,433	—	—	—	de montagne (type Sigl);
67,601	—	—	—	— (type Beugnot);
120,681	—	—	—	de manœuvre;
70,302	—	—	locomotives-tenders.	

Il suffit d'examiner ces résultats pour voir que les machines de montagne du type Sigl ont parcouru beaucoup de kilomètres, et cela pourrait nous étonner davantage puisqu'elles ne parcourent annuellement que 27,000 kilomètres, tout en faisant un service très lourd; mais dans la note dont nous parlons, on justifie parfaitement ce parcours exceptionnel de 135,433 kilomètres, correspondant à une période ininterrompue de service de cinq années.

Dans l'annexe IV, on trouve beaucoup de renseignements sur les parcours effectués sans interruption par les locomotives après leur dernière grande réparation et jusqu'au 31 décembre 1886.

Ces renseignements nous démontrent que le système suivi par les chemins de fer de la Méditerranée pour l'entretien de ses locomotives donne des résultats très satisfaisants, savoir : des parcours très grands sans interruption.

A présent, nous devons nous occuper de la quantité d'ouvriers employés dans les dépôts pour l'entretien des locomotives.

Nous trouvons dans la note de la Méditerranée que cette quantité varie selon les dépôts; ainsi on a :

A Turin.	60 ouvriers,	dont	42	ajusteurs.
A Bussoleno	28 —	—	18	—
A Alexandrie	79 —	—	47	—
A Pavie.	11 —	—	5	—
A Milan-Central	46 —	—	24	—
A Milan-Simplon	31 —	—	18	—
A Novara	19 —	—	12	—
A Arona	10 —	—	3	—
A Gênes P. P..	11 —	—	10	—
A Gênes P. B..	18 —	—	11	—
A Pontedecimo.	43 —	—	32	—
A Savone	51 —	—	32	—
A Livourne.	55 —	—	32	—
A Pise	14 —	—	9	—

Dans l'annexe III, nous trouvons beaucoup de renseignements très importants sur la quantité d'ouvriers employés pour l'entretien des locomotives dans les différents dépôts et sur la quantité de journées d'ouvriers par rapport à 1,000 kilomètres de parcours, etc.

En examinant l'annexe III, on trouve des résultats quelque peu différents pour certains dépôts; mais ces différences sont complètement justifiées dans la note.

La Compagnie des chemins de fer de la Méditerranée nous donne aussi des renseignements sur la conformation du réseau du premier compartiment, et nous démontre que la dépense annuelle pour les voyages des locomotives des dépôts aux ateliers et vice versa est bien petite, de sorte qu'on ne peut pas dire qu'il y aurait de ce chef plus d'avantage à augmenter les réparations dans les dépôts, pour diminuer la quantité de locomotives envoyées dans les ateliers.

Du reste, quand même cette dépense ne serait pas petite, il y aurait toujours à voir s'il est plus convenable d'exécuter dans les dépôts, outre les petites réparations, celles qui ont une certaine importance, ou bien se limiter aux premières.

Nous croyons qu'il est toujours préférable d'exécuter les réparations importantes dans les grands ateliers où il y a tout ce qu'il faut pour obtenir de bons résultats.

C'est du reste le système suivi par l'Administration dont nous parlons et par beaucoup d'autres.

A présent, je crois devoir rappeler les principes que l'Administration des chemins de fer de la Méditerranée donne dans sa note comme les plus convenables pour résoudre d'une façon satisfaisante la question dont il s'agit.

Les voici :

1° Limiter les réparations des locomotives dans les dépôts à ce qu'on peut appeler *petit entretien des machines*, selon la définition qui en a été donnée dans sa note;

2° Éviter, autant qu'il est possible, d'avoir des dépôts avec une trop grande quantité de locomotives, afin d'avoir toujours la possibilité d'une véritable et bonne surveillance; subdiviser le roulement des machines de façon à avoir six ou sept jours de service effectif suivis par un jour de réserve dans le dépôt et un seul jour de repos;

3° Encourager les mécaniciens à conserver en bon état de service, pendant le plus longtemps possible, la machine qui leur a été confiée, en donnant des primes lorsqu'ils arrivent à faire des parcours assez longs, toujours avec la même locomotive et sans interruption.

Avec ces renseignements sur le système suivi par les chemins de fer de la Méditerranée, nous aurions fini l'analyse des notes envoyées à la Commission internationale du Congrès; cependant, comme la direction des chemins de fer de

l'État français, que nous avons prié de nous envoyer des renseignements sur la question de l'*entretien des locomotives*, a bien voulu nous les donner, et comme nous avons eu occasion de visiter, il y a peu de temps, plusieurs dépôts des chemins de fer du nord de la France, nous croyons utile de parler aussi de ces deux importantes Administrations.

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT FRANÇAIS.

Il paraît que cette Administration n'exécute dans les dépôts que l'entretien et les réparations courantes des locomotives.

Ainsi, il y a trois arrondissements de traction dont chacun a son grand atelier; savoir, à :

Orléans	pour le 1er arrondissement.
Tours	pour le 2e —
Saintes	pour le 3e —

De plus, il y a pour chaque arrondissement des dépôts où, comme nous avons déjà dit, on exécute l'entretien et les réparations courantes; ces dépôts se trouvent à :

Orléans	pour le 1er arrondissement.
Chartres.	
Château du Loir	
Tours	
Thouars.	pour le 2e —

En général, l'outillage des dépôts proprement dits comprend seulement des machines à percer, des tours à bras, des meules et des forges volantes.

Cette Administration donne une prime de parcours pour les machines sans réparations, déterminée de la manière suivante :

Chaque machine est supposée devoir faire, sans entrer en réparations, les parcours suivants :

Machines à 4 roues accouplées	. .	20,000 kilomètres.
— 6 —	. .	15,000 —

Une interruption de service pour réparations dont la dépense excède 200 francs de main-d'œuvre entraîne la suppression du parcours, qui de nouveau recommence à zéro, à moins que ces réparations ne soient nécessitées par un accident ou par un vice de construction ou de réparation, reconnu par l'ingénieur d'arrondissement comme étant entièrement indépendant du mécanicien.

La prime allouée pour le parcours sans grande réparation, en sus des nombres ci-dessus fixés, est de 5 francs par 1,000 kilomètres d'excédent pour les machines à deux essieux accouplés, et de 7 francs pour les machines à six roues accouplées. Moyennant cette prime, qui est à peu près la même dans d'autres Administrations, on excite les mécaniciens à soigner leur machine et on arrive de la sorte à des parcours très grands sans interruption.

CHEMINS DE FER DU NORD (FRANCE).

Dans le réseau de cette Compagnie, il y a quatre grands ateliers pour la réparation des locomotives, dont deux sont sous la direction d'un ingénieur chargé de surveiller les réparations et deux sous celle des ingénieurs chefs de section du service de la traction.

Les deux premiers ateliers se trouvent à Paris-La Chapelle et à Hellemmes (près de Lille), tandis que les autres sont à Amiens et à Tergnier.

Parmi ces quatre grands ateliers, celui de Hellemmes est le mieux disposé et le mieux outillé.

Il y a, en effet, ce qu'on peut désirer pour une bonne et économique disposition ; en un mot, c'est une installation *modèle*.

Quant aux dépôts, nous devons observer qu'il y a une grande différence entre les uns et les autres; ainsi, par exemple, tandis que dans certains dépôts, comme Creil, Fives-Lille, etc., on peut exécuter des réparations assez importantes,

NOTE

SUR LE LITTÉRA *A*. — 1° ET 3°

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE

Littéra A. — 1°.

DE L'INFLUENCE DE LA SUSPENSION SUR LES DÉPENSES D'ENTRETIEN.

En 1885, l'Administration des chemins de fer de l'État belge fit procéder à des essais dans le but de se rendre compte de l'influence qu'exerce sur l'usure des bandages et, partant, sur l'usure des voies, le mode de suspension dont sont pourvues les locomotives. Les expériences devaient aussi avoir pour but de pouvoir apprécier l'influence qu'exerce la suspension sur la conservation

On a constaté que l'usure moyenne des bandages par 1,000 kilomètres avait été de :

0.04096	pour la machine	pourvue de ressorts de	1m50	et	balancier.
0.03763	—	—	0m90	et	—
0.04253	—	—	1m50	sans	—
0.0490	—	—	0m90	sans	—

Un second essai a été fait sur des machines du même type à 6 roues couplées de 1m70 circulant cette fois sur des lignes de niveau ou à très faible inclinaison.

L'expérience s'est faite sur 18 machines pourvues de ressorts de 90 centimètres sans balancier, 6 machines aux ressorts de 90 centimètres et balancier à l'avant et 18 machines avec ressorts de 1m50 et balancier à l'avant.

Elles ont été suivies en service pendant un parcours moyen, les premières de 35,000 kilomètres, les secondes de 70,000 kilomètres, et les troisièmes de 44,000 kilomètres.

L'on a constaté que l'usure moyenne des bandages par 1,000 kilomètres de parcours avait été :

0.0605	pour les locomotives	à ressorts de	0m90	sans	balancier.
0.0384	—	—	0m90	avec	—
0.0514	—	—	1m50	avec	—

Jusqu'ici, les essais n'ont permis de donner aucun renseignement quant à l'influence de la suspension sur la conservation des pièces de mouvement. Les différences d'une machine à l'autre échappent, à cet égard, à l'examen le plus minutieux.

Les expériences continuent tant à ce point de vue qu'à celui de la recherche des causes de l'anomalie, sans doute apparente, constatée au cours des premiers essais et d'après laquelle il se produirait aux machines avec suspensions sur ressorts de 1m50 et balancier une usure plus grande des bandages qu'aux machines avec suspensions sur ressorts de 90 centimètres et balancier.

Littéra A. — 3e.

DE LA NATURE DU MÉTAL A EMPLOYER POUR LES TUBES A FUMÉE.

Les recherches faites par l'Administration des chemins de fer de l'État en vue de déterminer les meilleures conditions de construction des locomotives au point de vue de la nature du métal à employer pour les tubes à fumée, ont porté sur l'emploi des tubes en fer ordinaire, en fer homogène, en fer au bois et en acier ; — en fer et en acier avec bouts en cuivre ; — en fer étamé et cuivré extérieurement ; — en laiton, coniques ; — en cuivre rouge.

Les essais de tubes en cuivre rouge ont été prescrits trop récemment pour pouvoir en apprécier actuellement les résultats. Ces tubes se comportent bien en service et paraissent devoir amener une certaine réduction dans la consommation de combustible.

Les tubes en fer étamé n'ont pas donné de bons résultats. La couche préservatrice n'a d'action que pendant un temps très court. On a constaté qu'après un parcours kilométrique faible, la couche d'étain avait complètement disparu, et que les corrosions étaient plus énergiques sur les tubes qui avaient été étamés que sur ceux en fer nu.

L'essai des tubes étamés a été abandonné.

Les mêmes constatations, moins accentuées cependant, ont été faites au sujet de l'emploi des tubes cuivrés.

L'emploi des tubes en fer ou en acier avec bouts en cuivre rouge a donné lieu à des inconvénients graves. Les fuites et les ruptures à l'endroit de la soudure du bout ont nécessité des réparations fréquentes et même entraîné le remplacement prématuré de plusieurs tubulures.

Bien que certains prétendent que ces défauts doivent être attribués à une malfaçon, il ne paraît pas douteux, en présence de la difficulté d'obtenir des soudures résistantes, que ce système ne doive être condamné. En supposant même, d'ailleurs, que le travail ait été bien exécuté, la soudure paraîtrait pouvoir malaisément rester étanche, eu égard aux dilatations différentes des deux métaux en contact.

La lutte semble donc devoir se circonscrire entre les tubes en laiton employés jusqu'à ce jour, les tubes en cuivre rouge dont il est question plus haut, les tubes coniques en laiton et les tubes en fer ordinaire, fer homogène, fer au bois et acier.

Il n'a pas été constaté de différence appréciable entre les tubes en fer ordinaire, fer homogène, fer au bois et acier.

Les tubes en fer ou en acier se comportent bien en service; ils ne donnent pas lieu à plus de réparations que les tubes en laiton. Le placement cependant doit en être fait avec soin pour éviter les coulages aux plaques tubulaires.

Les incrustations des tubes en fer ou acier sont plus épaisses et plus adhérentes que celles des tubes en laiton; toutefois, elles n'ont rien d'excessif pour des machines lavées régulièrement et alimentées au moyen d'eaux de bonne qualité. Dans ces conditions, on ne constate pas d'augmentation dans la consommation de combustible, et l'emploi des tubes en fer est, au point de vue de l'entretien et de la consommation, au moins aussi avantageux que celui des tubes en laiton.

Il n'en est pas de même pour des machines surmenées et employant des eaux très dures : les incrustations alors peuvent devenir tellement fortes, qu'elles maçonnent à peu près le faisceau tubulaire et entraînent une consommation exagérée de combustible.

L'essai des tubes coniques en laiton n'a pas duré assez longtemps pour pouvoir fournir des conclusions catégoriques, les locomotives munies de tubes de l'espèce n'ayant pas encore effectué un parcours de 200,000 kilomètres.

NOTE

SUR LE LITTÉRA *A*. — 4°

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE LA MÉDITERRANÉE (ITALIE)

(PLANCHE XVIII)

Littéra A. — 4°.

DE L'ADHÉRENCE DES ROUES.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL RIGGENBACH.

L'appareil de M. Riggenbach, pour envoyer un jet d'eau sur les rails, étant très connu, nous ne croyons pas devoir en donner une description minutieuse.

Nous dirons seulement que cet appareil est composé d'un petit injecteur qui reçoit un jet de vapeur provenant de la chaudière et un jet d'eau provenant du tender. Le mélange de l'eau et de la vapeur, qui se forme dans l'intérieur de l'injecteur, est envoyé dans un tuyau de petit diamètre (0^m02), qui se bifurque à la partie antérieure de la machine; chacune de ces deux branches porte à son extrémité un embouchoir de 9 millimètres de diamètre.

Ces deux embouchoirs sont placés au devant des roues antérieures à 4 centimètres de hauteur et tout près du point de contact des roues avec les rails.

Il suffit d'ouvrir le robinet de l'eau placé sur le tender, et celui de la vapeur placé sur la chaudière, pour mettre l'appareil en action; au contraire, pour en arrêter le fonctionnement, il suffit de fermer le robinet de la vapeur et ensuite celui de l'eau.

ESSAIS DU SYSTÈME.

Dès 1879, la Compagnie des chemins de fer de la haute Italie essaya le système Riggenbach avec une locomotive à huit roues accouplées sur la ligne de Pontedecimo à Busalla. (Voir pl. XVIII.)

On fit une première course le 16 juin 1879 dans le but de constater si l'appareil ne donnait pas lieu à des inconvénients. Le train était composé de 16 wagons de marchandises d'un poids total de 180 tonnes (machines non comprises); il était remorqué par la locomotive 1002 munie de l'appareil Riggenbach et poussé par une autre machine du même type, celle-ci sans appareil.

Comme les conditions atmosphériques étaient assez bonnes, on n'employa le jet d'eau que pour quelques minutes dans le tunnel des Giovi; pourtant on put s'assurer que l'appareil fonctionnait parfaitement et que, dès que l'on ouvrait l'injecteur, tout patinage disparaissait.

Le 17 juin, on fit une nouvelle course d'essai avec un train composé de 24 wagons à marchandises, traîné par la locomotive 1002 et poussé par deux autres machines à huit roues accouplées

du même type sans appareil; le poids du train était de 233 tonnes (machines non comprises) et la pression dans la chaudière a été de 8 atmosphères pendant presque tout le trajet.

Les conditions atmosphériques étaient très mauvaises et le tunnel était complètement encombré de fumée.

Lorsque le train arriva au delà du palier du kilomètre 148, la machine patina et on fut obligé de recourir au jet d'eau pour laver les rails; bientôt le patinage disparut, mais lorsqu'on essaya, après dix minutes de fonctionnement, de fermer l'injecteur, le patinage recommença, de sorte qu'on fut obligé d'employer encore le jet d'eau pendant cinq minutes.

Le même jour, on fit une nouvelle course avec un autre train de marchandises composé de 16 wagons et du poids de 218 tonnes (machines non comprises).

Il était traîné par la locomotive 1002 et poussé par une autre machine Beugnot.

On dut employer une heure et vingt-cinq minutes pour faire le trajet, à cause d'un arrêt très long au palier du kilomètre 148, pour y croiser des trains de voyageurs.

La pression dans la chaudière fut de 8 3/4 atmosphères pendant presque tout le voyage et elle ne diminua qu'en arrivant à Busalla.

Les conditions atmosphériques, qui étaient très bonnes entre Pontedecimo et le kilomètre 148, devinrent très mauvaises à cause de la pluie et des vents qui empêchaient la fumée de sortir du tunnel.

Dès que la machine commença à patiner, on ouvrit l'injecteur et la machine reprit tout de suite sa marche régulière.

Après quinze minutes de fonctionnement de l'appareil, on arriva hors du tunnel, où les rails étaient parfaitement propres, et l'on put fermer l'injecteur tout en continuant la marche régulière.

Pendant cette course, on put s'assurer que le système, tout en donnant de très bons résultats lorsqu'il s'agissait de patinages prolongés, n'était pas aussi rapide dans son action que l'ancien système avec le sable, lorsqu'il s'agissait d'éviter les coups de patinage qui se produisent au démarrage du train.

On détermina ensuite, de la manière suivante, les quantités d'eau et de vapeur nécessaires pour le fonctionnement de l'appareil.

On recueillit dans un tonneau, pendant trois minutes, l'eau qui sortait de l'injecteur, ayant soin

en y introduisant les valeurs connues, on a :

$$p\,(51^\circ - 19^\circ) = x\,[606.5 + 0.305\,(171^\circ - 51^\circ)]\,; \qquad (\alpha$$

ou

$$32\,p = 643.1\,x.$$

Mais comme

$$x + p = \mathrm{P}$$

et

$$\mathrm{P} = 33.33$$

on aura

$$p = 33{,}33 - x.$$

et en substituant cette valeur dans l'expression (α) on a

$$32\,(33.33 - x) = 643.1\,x$$

d'où

$$x = 1^{k}58$$

par conséquent,

$$p = 33.33 - 1.58$$

ou

$$p = 31^{k}75.$$

Voilà les quantités d'eau et de vapeur employées par minute de fonctionnement de l'appareil.

La quantité de vapeur étant très petite, on aura aussi besoin d'une très petite quantité de chaleur, qui nous sera donnée par la formule suivante :

$$1^{k}58\ [606.5 + 0.305\,(171^\circ - 19^\circ)$$

savoir 1,028 calories par minute.

A la suite de ces bons résultats, la Compagnie des chemins de fer de la haute Italie fit appliquer l'appareil Riggenbach à une autre machine du même type pour répéter les essais avec des trains trainés et poussés par ces deux locomotives; cette deuxième machine était la 1010.

On reprit les expériences le 29 du mois de novembre avec un train composé de 16 wagons de marchandises d'un poids total de 222 tonnes.

Les conditions atmosphériques n'étaient pas très mauvaises, pourtant on dut faire fonctionner l'appareil de la machine en tête pendant cinq minutes et celui de la machine en queue pendant vingt-deux minutes, parce que le tunnel était plein de fumée.

Dans une deuxième course faite le même jour avec un train composé de 16 wagons de marchandises du poids total de 212 tonnes et par des conditions atmosphériques assez favorables, on dut faire fonctionner l'appareil de la machine en tête pendant douze minutes et celui de la machine en queue pendant dix minutes.

Dans une troisième course faite le même jour par des conditions atmosphériques plus favorables et avec un train composé de 15 wagons du poids total de 203 tonnes, l'appareil de la machine en tête fonctionna seulement pendant trois minutes et celui de la machine en queue pendant dix minutes.

Le 28, on fit une nouvelle course avec un train composé de 16 wagons de marchandises du poids de 218 tonnes, toujours avec la machine 1002 en tête et la 1010 en queue.

Les conditions atmosphériques étant assez mauvaises et le tunnel plein d'une fumée très épaisse, on dut faire fonctionner l'appareil de la locomotive 1002 pendant douze minutes et celui de la 1010 pendant neuf minutes. Dans cette course et dans la troisième du 27 novembre, on avait remplacé les embouchoirs de 9 millimètres par d'autres ayant le diamètre de 5 millimètres; mais les résultats obtenus furent moins bons.

On avait aussi envie d'essayer des embouchoirs de 7 millimètres, mais les conditions atmosphériques étant devenues très bonnes dans l'après-midi, on ne fit plus de courses d'essai et on détermina au dépôt quelles étaient les quantités d'eau débitées par les appareils selon qu'on employait les embouchoirs de 5, de 7 ou de 9 millimètres.

Voici les résultats obtenus :

DIAMÈTRE des embouchoirs.	EAU débitée par les deux embouchoirs.	TEMPS employé.	EAU débitée par minute	TEMPÉRATURE DE L'EAU dans le tender	TEMPÉRATURE DE L'EAU à la sortie de l'embouchoir.	PRESSION dans la chaudière.	TEMPÉRATURE de la vapeur.
5 millimètres.	50 litres.	78 secondes	38 litres.	10°	40°	8 atm.	171°
7 —	50 —	75 —	40 —	10°	38°	8 —	171°
9 —	50 —	70 —	43 —	10°	35°	8 —	171°

Si l'on compare les résultats obtenus dans le mois de juin avec ceux du mois de novembre, on trouve que ces derniers donnent un débit d'eau plus grand ; mais il faut observer que dans le mois de novembre on a eu soin, en ouvrant les robinets de l'eau et de la vapeur, de les mettre dans les mêmes conditions d'ouverture que pendant la marche du train ; en outre, ces dernières déterminations ont été faites avec beaucoup plus de soin et par le moyen de très nombreuses observations.

C'est donc à ces derniers résultats que l'on doit avoir recours pour établir la quantité d'eau et de vapeur employée par minute de fonctionnement de l'appareil pour les différents diamètres des embouchoirs.

Sans répéter ici les calculs qui ont été faits en suivant le même système que nous avons employé pour les expériences du mois de juin, je me bornerai à donner les résultats obtenus :

DIAMÈTRE des embouchoirs.	EAU débitée par minute.	QUANTITÉ d'eau employée par minute de fonctionnement.	QUANTITÉ de vapeur employée par minute de fonctionnement.
5 millimètres.	38 litres.	36k33	1k67
7 —	40 —	38k35	1k65
9 —	43 —	41k40	1k60

Ces résultats nous indiquent que la quantité de vapeur employée ne varie pas si l'on change le diamètre des embouchoirs et que par conséquent on aura toujours besoin de la même quantité de chaleur.

Il s'agissait maintenant de déterminer parmi les trois diamètres des embouchoirs quel était le plus convenable pour obtenir un parfait lavage des rails.

Comme les embouchoirs sont disposés perpendiculairement aux rails, il est évident que, lorsque le train marche, la direction du jet d'eau sera donnée par la résultante des deux vitesses, c'est-à-dire celle de l'eau et celle du train.

La vitesse de l'eau étant de :

17m68 pour l'embouchoir de 5 millimètres,
8m76 — — — 7 —
5m60 — — — 9 —

et celle du train de 5m42 correspondante à la vitesse normale de nos trains sur la ligne de Pontedecimo à Busalla (20 kilomètres), la résultante aura la grandeur et la direction indiquée dans le tableau suivant :

DIAMÈTRE des embouchoirs.	GRANDEUR de la résultante.	DIRECTION DU JET (angle formé par la résultante et les rails).
5 millimètres.	18.50 mètres.	72°
7 —	10.30 —	57°30′
9 —	7.80 —	45°30′

A présent, il faudrait déterminer si c'est la vitesse du jet ou bien sa direction qui joue le rôle le plus important dans un bon lavage, car on devrait donner la préférence aux embouchoirs de 5 millimètres dans le premier cas et à ceux de 9 millimètres dans le second cas.

On n'a pas cru nécessaire de faire de nouvelles expériences, ayant pu observer, comme nous avons déjà dit plus haut, que les embouchoirs de 9 millimètres donnaient des résultats meilleurs, ce qui nous permettait d'établir que la direction du jet a plus d'importance que la vitesse.

Il fallait maintenant étudier la question sous le rapport de l'économie, avant de se prononcer d'une manière absolue sur l'utilité du système. En 1879, on avait entre Pontedecimo et Busalla 76 courses de machines par jour. Chaque machine employait dans une course 0m3116 de sable, de sorte que la quantité de sable nécessaire par an était de 3,200 mètres cubes.

Le prix étant de 3 francs par mètre, y compris les dépenses pour le transport au dépôt et la dessiccation, la dépense annuelle revenait à 9,600 francs.

A cette somme, il faut ajouter la dépense nécessaire pour enlever le sable qui reste dans le tunnel et qui était en 1879 de 10,000 francs.

On a donc, en employant le vieux système du sable, une dépense annuelle de presque 20,000 francs.

En employant l'appareil Riggenbach et en supposant que chaque machine se serve de l'appareil pendant dix minutes pour chaque course (ce qui est la moyenne d'observations très nombreuses), les quantités d'eau et de vapeur employées seront respectivement de 410 et de 16 kilogrammes par course et, par conséquent, dans notre cas, la quantité d'eau et de vapeur employée pour toutes les machines dans une année sera de 11,373 tonnes d'eau et 443,840 kilogrammes de vapeur.

Comme à Pontedecimo on ne paye pas l'eau, nous n'avons pas à nous en occuper, de sorte qu'il nous suffira de déterminer la dépense de charbon pour avoir les 443,840 kilogrammes de vapeur. En supposant que chaque kilogramme de combustible nous donnât 6 kilogrammes de

vapeur et que le prix moyen du charbon fût, en l'année 1879, de 30 francs par tonne, on aurait une quantité de charbon de presque 74,000 kilogrammes et une dépense annuelle de 2,250 francs; supposons même 2,500 francs.

Mais nous avons vu que la dépense annuelle pour l'ancien système était de 20,000 francs; il en résulte que si toutes nos machines de Pontedecimo avaient le Riggenbach, on réaliserait une économie de 17,500 francs.

Si l'on voulait tenir compte de la quantité d'eau consommée, on n'aurait qu'à ajouter à la somme de 2,500 francs celle de 2,954 ou même de 3,000 francs, que l'on obtient en multipliant 11,817 tonnes — qui représente la quantité d'eau prise du tendor et celle nécessaire à la production de la vapeur — par 25 centimes qui en est le prix moyen. On aurait ainsi pour l'économie produite en employant le système Riggenbach, 14,500 francs.

Le prix de l'appareil Riggenbach étant de 367 francs (tout compris), nous pouvons, avec l'économie faite dans une seule année par son application, acheter et appliquer 47 appareils, c'est-à-dire plus qu'il ne nous en faut pour nos machines de Pontedecimo.

C'est par suite de ces résultats que l'on demanda d'appliquer à un plus grand nombre de locomotives l'appareil Riggenbach.

En effet, en 1885, nous eûmes 9 locomotives munies de cet appareil, avec lesquelles nous pûmes continuer les expériences, qui donnèrent toujours de très bons résultats.

A cette époque, le mouvement des marchandises sur la ligne de Gênes à Alexandrie ayant beaucoup augmenté, on fut obligé de remplacer les machines Beugnot, qui ont une force de traction de 6,400 kilogrammes, par d'autres locomotives à huit roues accouplées (Sigl), beaucoup plus puissantes, de sorte que l'on dut enlever les appareils pour les appliquer à ces nouvelles locomotives.

Cette opération, aussi bien que le changement d'administration, nous ont empêché de continuer l'application du système Riggenbach dans la mesure que nous désirions. Nous avions, en effet, à la fin de 1884, deux locomotives munies de cet appareil, à la fin de 1885, onze, à la fin de 1886, vingt-deux, et même aujourd'hui nous avons encore trois locomotives à Pontedecimo qui en sont dépourvues.

En outre, pour le bon fonctionnement de l'appareil, il était nécessaire de modifier l'application des embouchoirs pour les rendre mobiles automatiquement et s'assurer ainsi un bon lavage des [illegible] du Gothard, [illegible] à ces

des embouchoirs dont il est question, et l'on a pu s'assurer qu'avec ce système on atteignait assez bien le but qu'on s'était proposé.

En profitant de ces nouvelles expériences, on a déterminé de nouveau les dépenses nécessaires pour l'entretien du système Riggenbach et voici les résultats :

Eau employée par minute de fonctionnement	28k80
Vapeur, à 9 atmosphères, employée	1k14
Durée moyenne du fonctionnement pour chaque course.	10 minutes.
Eau consommée par une machine dans une course.	288k60
Vapeur consommée par une machine dans une course	11k40

Comme le mouvement des trains nous donne, dans ces dernières années, une moyenne de 100 courses de machine par jour, il en résulte que si toutes nos machines à huit roues accouplées de Pontedecimo étaient munies de l'appareil Riggenbach, les quantités d'eau et de vapeur employées dans une année seraient de 10,534 tonnes d'eau et 416,100 kilogrammes de vapeur. Supposons même 11,000 tonnes d'eau et 420,000 kilogrammes de vapeur.

En admettant que 1 kilogramme de combustible nous donne 6 kilogrammes de vapeur et que son prix actuel soit de fr. 0.029, nous trouverons que la dépense totale pour la production des 420,000 kilogrammes de vapeur sera de 2,030 francs, soit même de 2,100 francs.

Si les machines de Pontedecimo employaient l'ancien système, on aurait une consommation annuelle de 4,200 mètres cubes de sable et une dépense de 12,600 francs, à laquelle il faudrait ajouter 10,000 francs pour l'enlever du tunnel.

On aurait donc une dépense totale de 22,600 francs ; savoir une perte de 20,500 francs par an.

Jusqu'ici, nous avons étudié la question par rapport aux dépenses dues aux matières employées pour augmenter l'adhérence, mais il faut aussi comparer les deux systèmes au point de vue de l'entretien de la voie et du matériel.

D'après des indications qui nous ont été données par le service de l'entretien de la voie, il y a depuis qu'on emploie le jet d'eau une diminution assez sensible dans la destruction des rails.

En 1886, quoiqu'on n'eût pas encore beaucoup de machines munies du Riggenbach, on a eu une économie de plus que 1,000 francs.

En outre, on a observé qu'avec l'ancien système, l'eau d'infiltration dans le tunnel, en se mêlant avec le sable, produisait de la boue qui empêchait l'écoulement des eaux, et par conséquent la sécurité de la voie était compromise.

Cet inconvénient, que l'on a pu très bien constater dans le tunnel des Giovi, lorsqu'on employait en même temps les deux systèmes, donne lieu à une dépense assez considérable pour l'entretien de la voie.

Par rapport au matériel roulant, on a observé qu'en employant le système Riggenbach les bandages et aussi d'autres parties de la machine se maintiennent pendant plus longtemps en bon état.

On ne saurait maintenant donner des indications plus détaillées sur l'économie qui résulte de ce chef, parce que l'application de l'appareil à plusieurs de nos machines n'a été faite que depuis peu.

Enfin, nous devons encore observer qu'en abandonnant le vieux système on n'a plus à craindre l'augmentation de résistance au mouvement du train qui se produisait chaque fois qu'on était obligé de se servir du sable pour éviter le patinage.

D'après ce que nous avons vu, on peut donc conclure que le système de M. Riggenbach est absolument préférable à l'ancien système du sable pour éviter le patinage des locomotives.

NOTE

SUR LE LITTÉRA *B*

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE LA MÉDITERRANÉE (ITALIE)

(PLANCHE XIX)

Littéra B.

RÉPARATION DES LOCOMOTIVES DANS LES DÉPÔTS.

Le réseau du premier compartiment des chemins de fer de la Méditerranée mesurait en 1886 3,027 kilomètres de longueur, dont 117 kilomètres avec pentes supérieures à 18 p. m.

Ces 117 kilomètres se divisent de la manière suivante :

59 kilomètres pour la ligne Bussoleno-Modane avec pentes qui atteignent 30 p. m.;
11 kilomètres pour la ligne Pontedecimo-Busalla avec pentes de 34 p. m. au maximum ;
47 kilomètres pour la ligne Savona-Ceva avec pentes de 26 p. m. au maximum.

Le réseau se divise en cinq sections principales de traction.

Dans chaque section, il y a un chef de section principal qui a sous ses ordres des ingénieurs de

Dans la section d'Alessandria, on a :

Le dépôt d'Alessandria. . . .	avec	113	locomotives.
— Pavia	—	18	—
Total. . .		131	locomotives.

Dans la section de Milano, on a :

Le dépôt de Milano-Centrale . .	avec	53	locomotives.
— Milano-Sempione. .	—	52	—
— Arona	—	10	—
— Novara.	—	31	—
Total. . .		146	locomotives.

Dans la section de Genova, on a :

Le dépôt de Genova P. P. . . .	avec	20	locomotives.	
— — P. B. . . .	—	25	—	
— Pontedecimo . . .	—	64	—	dont la plus grande partie pour le service de montagne.
Le dépôt de Savona.	—	53	—	dont une partie pour le service de montagne.
Total. . .		162	locomotives.	

Dans la section de Livorno, on a :

Le dépôt de Livorno.	avec	78	locomotives.
— Pisa.	—	25	—
Total. . .		103	locomotives.

La quantité de locomotives indiquée pour chaque dépôt se rapporte à l'année 1886.

On avait donc au total 668 locomotives dans les dépôts; pourtant ce dernier nombre ne représente pas la quantité de locomotives possédée par le premier compartiment en 1886; en effet, on doit y ajouter 71 locomotives qui étaient en réparation dans les grands ateliers, de sorte que la quantité de locomotives en dotation du premier compartiment s'élevait à 739.

Mais le nombre 668 ne représente pas non plus la véritable quantité de machines en roulement pour le service des trains, des manœuvres, etc.; car en 1886 on avait toujours une moyenne de 59 locomotives en réparation dans les ateliers de petit entretien des dépôts.

Sur la quantité totale de 739 locomotives possédée par le premier compartiment en 1886, on avait donc :

71 locomotives, soit 9.61 p. c. dans les grands ateliers;
59 locomotives, soit 7.98 p. c. en réparation dans les dépôts, et
609 locomotives, soit 82.41 p. c. au service des trains, doubles tractions, manœuvres, etc.

C'est dans les dépôts, dont nous venons de parler, que l'on fait l'entretien des machines en service, tandis que dans les grands ateliers dépendant du service du matériel, on fait les réparations moyennes et grandes.

On appelle grandes réparations celles qui se rapportent au remplacement des chaudières ou des foyers, tandis qu'on les appelle moyennes lorsqu'il s'agit de changer des anneaux du corps cylindrique de la chaudière, ou des plaques tubulaires en fer ou en cuivre, ou des cylindres, etc.

Nous avons dit que les dépôts sont chargés de l'entretien des locomotives en bon état de service, c'est-à-dire qu'ils doivent exécuter toutes les réparations de petite importance qui sont nécessaires pour entretenir la machine, comme :

Nettoyage des machines et des tenders ; } Ces opérations sont confiées à des équipes spéciales
Lavage des chaudières ; } de manœuvres.
Matage pour étancher les fuites légères ;
Serrage à donner aux divers organes du mécanisme ;
Réglage de la course des tiroirs, etc. ;
Visite et remplacement des pistons et des tiroirs ;
Visite et remplacement des essieux, coussinets, boîtes à graisse, etc ;
Visite et remplacement des bielles, des coussinets ;
Rodage des robinets et des soupapes ;
Renouvellement des garnitures métalliques, des presse-étoupes, des joints, etc. ;
Remplacement des pièces usées ou brisées des organes du mécanisme de distribution et du mouvement ;
Remplacement des régulateurs et leurs sièges, des sifflets et leurs sièges, des appareils de changement de marche, des appareils à contre-vapeur, etc. ;
Remplacement des ressorts de choc, de traction et de suspension, des tampons, des traverses, des attelages, etc.

Dans certains dépôts, on va même jusqu'à appliquer des pièces de rapport dans les foyers et aux plaques tubulaires ; mais de pareilles réparations sont considérées comme absolument exceptionnelles dans les dépôts et ne doivent jamais être entreprises sans autorisation du chef de service. Cette autorisation est donnée seulement lorsqu'il s'agit d'une locomotive appartenant à un dépôt très éloigné des ateliers et qui ne nécessite pas d'autres réparations moyennes. De plus, si la pièce à appliquer exige un certain travail, on préfère envoyer la machine dans un des grands ateliers du service du matériel.

Aucune modification ne peut être faite dans les dépôts sans l'approbation du service du matériel, et si la modification est importante elle doit être exécutée par les grands ateliers.

Lorsqu'il s'agit d'envoyer une locomotive ou un tender dans un atelier, l'ingénieur chef du service de la traction, en envoyant au directeur du service du matériel un modèle 438, dans lequel le chef de dépôt indique les réparations à faire, demande sur quel atelier on doit diriger la locomotive ou le tender.

De cette façon, le service du matériel, selon les réparations nécessaires et selon l'endroit où se trouve le dépôt qui demande la réparation, indique l'atelier qui doit recevoir la machine.

Nous avons parlé des grands ateliers dépendant du service du matériel, mais nous n'avons pas encore indiqué où se trouvent ces ateliers ; c'est ce que nous allons faire.

Les grands ateliers dépendant du service du matériel et qui desservent le premier compartiment se trouvent à Turin, à Milan et à Siena. D'autres ateliers se trouvent à Pietrarsa, Taranto et Roma, mais ils desservent presque exclusivement le deuxième compartiment.

L'atelier le plus grand parmi les trois du premier compartiment et dans lequel on peut exécuter toute sorte de réparations, y compris la construction des chaudières et même quelquefois celle des locomotives, est à Turin, où on est en train de bâtir de nouveaux ateliers pour la

réparation des locomotives, des voitures et des wagons, d'après les meilleurs et plus récents systèmes de construction et de machines-outils.

L'atelier de Turin emploie 1,200 ouvriers.

Les deux autres ateliers, savoir celui de Milan et celui de Siena, où l'on fait aussi des réparations d'une certaine importance — comme remplacement de chaudières avec de nouvelles chaudières reçues de l'atelier de Turin — ou de l'industrie — remplacement des anneaux du corps cylindrique des chaudières, remplacement de foyers, de plaques tubulaires, de cylindres, etc., — emploient chacune 250 ouvriers.

On doit pourtant ajouter, pour être complet, que les trois ateliers dont il est question sont aussi chargés de réparer des machines, des tenders, des voitures et des wagons pour le deuxième compartiment de la Société.

Le deuxième compartiment possédait, en 1886, 257 locomotives qui effectuèrent un parcours total de 7,674,050 kilomètres sur le réseau, qui avait 1,334 kilomètres de longueur.

Nous avons dit que dans les dépôts on doit s'occuper de l'entretien des machines; il en résulte que chaque dépôt doit posséder des machines-outils et des ouvriers pour faire les petites réparations dont il est question. Pourtant il faut observer que ces dépôts ne sont pas outillés de la même façon; le nombre plus ou moins grand de machines-outils possédées, ainsi que le nombre des ouvriers, dépend avant tout de l'importance des dépôts et aussi de leur distance des ateliers du matériel.

Voici les machines-outils possédées et la quantité d'ouvriers qui travaillent dans chaque dépôt :

Dépôt de Torino.

Un tour à banc moyen à main;
Un petit tour pour vis —
Deux machines à percer —
60 ouvriers, dont 42 ajusteurs.

Dépôt de Bussoleno.

Deux tours à banc dont l'un grand et l'autre moyen à main;
Deux machines à percer à main;
Une limeuse à petite course à main.
28 ouvriers, dont 18 ajusteurs.

Dépôt d'Alessandria.

Un moteur à vapeur de 6 chevaux;
Trois tours à banc dont l'un grand, un moyen et le troisième petit;
Trois petites machines à percer;
Une limeuse à petite course.
79 ouvriers, dont 47 ajusteurs.

Dépôt de Pavia.

Un tour à main;
Une machine à percer à main.
11 ouvriers, dont 5 ajusteurs.

Dépôt de Milano-Centrale.

A Milano Centrale, en 1886, il n'y avait pas de machines-outils, mais ce dépôt va bientôt avoir une dotation pareille à celle de Milano-Sempione.

A Milano-Centrale, en 1886, on avait 46 ouvriers, dont 24 ajusteurs.

Dépôt de Milano-Sempione.

Un moteur à vapeur de 6 chevaux;
Trois tours à banc;
Une petite machine à raboter;
Trois machines à percer.
31 ouvriers, dont 18 ajusteurs.

Dépôt de Novara.

Un petit tour à banc } mises en mouvement au moyen d'une pompe à vapeur.
Une machine à percer }
19 ouvriers, dont 12 ajusteurs.

Dépot d'Arona.

Un tour à banc à main;
Une machine à percer à main.
10 ouvriers, dont 3 ajusteurs.

Dépôt de Genova P. P.

Un tour à banc à main;
Deux machines à percer à main.
11 ouvriers, dont 10 ajusteurs.

Dépôt de Genova P. B.

Un tour à banc à main;
Deux machines à percer à main.

Quatre tours à banc;
Deux machines à raboter;
Deux machines à percer;
Une petite machine pour faire des vis;
Une scie pour les tubes à fumée;
Une machine à nettoyer les tubes à fumée.
55 ouvriers, dont 32 ajusteurs.

Dépôt de Pisa.

Un tour moyen à main;
Une machine à percer à main.
14 ouvriers, dont 9 ajusteurs.

D'après ce que nous avons exposé, on peut aisément voir que jusqu'à présent notre Compagnie n'a pas encore réglé tout à fait l'outillage des dépôts suivant leur importance, car par suite du changement d'administration plusieurs circonstances nous ont empêché d'arriver au but que nous nous étions proposé, savoir : celui de posséder dans tous les dépôts les moyens mécaniques nécessaires afin d'effectuer, avec promptitude, les petites réparations indispensables pour bien entretenir les machines en service et augmenter ainsi *les délais entre une grande réparation et l'autre dans les ateliers du matériel.*

Cela posé, il nous reste encore à donner des renseignements statistiques sur la quantité de locomotives réparées dans les grands ateliers et dans les dépôts et sur l'importance de ces réparations.

C'est ce que nous allons faire à présent.

En 1886, le premier compartiment possédait 739 locomotives, dont 71 étaient dans les grands ateliers et 59 en réparation dans les dépôts.

Dans la même année, le parcours total de ces locomotives a été de 26,087,961 kilomètres; il en résulte que le parcours moyen de chaque machine possédée a été de 35,300 kilomètres, celui de chaque machine à disposition du service de la traction, de 39,053 kilomètres et celui de chaque locomotive en service, de 42,836 kilomètres.

En 1886, on envoya dans les grands ateliers 136 locomotives dont le parcours moyen, depuis leur dernière grande réparation, fut de 128,248 kilomètres.

En admettant, comme nous venons de voir, que le parcours moyen annuel pour chaque machine soit de 35,300 kilomètres, il en résulte que les 186 locomotives dont il est question ne rentrèrent dans les grands ateliers qu'après trois années et huit mois de service continuel.

Si on détermine la quantité de locomotives envoyées dans les grands ateliers en 1886, par rapport au parcours total des machines, on trouve que ce rapport est de 0.713 locomotive pour 100,000 kilomètres de parcours.

Les résultats que nous avons indiqués pour les 186 locomotives envoyées aux grands ateliers en 1886, sont parfaitement confirmés par les résultats qui se rapportent à une période de plusieurs années.

En effet, dans cette période, on a renvoyé aux ateliers 464 locomotives dont le parcours moyen, depuis leur dernière grande réparation, fut de 127,072 kilomètres, c'est-à-dire à peu près 128,000 kilomètres comme pour les locomotives envoyées en réparation en 1886.

Pourtant, nous devons observer qu'en 1886 on a envoyé aux ateliers 186 locomotives, y compris celles qui ont été mises hors de service pour des causes indépendantes du bon entretien des

machines, savoir : à cause de chocs, de déraillements, etc., tandis que dans les 464 locomotives ne sont pas comprises celles mises hors de service pour les mêmes causes, de sorte que la moyenne de 127,072 kilomètres deviendrait plus petite. Mais nous devons observer aussi que pendant l'année 1886 on a envoyé dans les ateliers une quantité bien plus grande de machines que d'ordinaire.

Il y a donc une compensation entre la quantité de locomotives envoyées en plus dans les ateliers et celle des locomotives que l'on devrait retrancher pour comparer les résultats de 1886 avec ceux de la période que nous avons examinée.

Le parcours que nous avons donné, savoir : 127,072 kilomètres, n'est qu'une moyenne, ainsi que nous l'avons fait remarquer; évidemment, ce parcours doit changer avec les types des locomotives et, en effet, dans l'annexe I, nous voyons que ce parcours est de :

141,879	kilomètres	pour les locomotives	à voyageurs;
113,976	—	—	à marchandises;
135,433	—	—	de montagne (Sigl);
67,601	—	—	— (Beugnot);
120,681	—	—	de manœuvre;
70,382	—	les locomotives-tenders.	

En examinant les parcours que nous venons d'indiquer, on pourrait croire qu'il y a de l'exagération dans les résultats pour les machines de montagne du type Sigl (135,433 kilomètres) qui font un service très lourd et un parcours annuel de 27,000 kilomètres seulement; mais nous devons ajouter qu'un si grand parcours est dû au nombre assez grand de machines neuves de ce type qu'on a mises en service depuis quelques années.

En effet, en 1886, les dépôts de Bussoleno et celui de Pontedecimo n'ont envoyé en grande réparation respectivement que 0.789 locomotive et 0.150 locomotive, pour 100,000 kilomètres de parcours.

L'annexe II donne la quantité moyenne de locomotives entrées et sorties des grands ateliers en 1886, les parcours effectués par la totalité des machines possédées par chaque dépôt et les parcours moyens effectués par les machines entrées en réparation

autres dépôts et que, par conséquent, on n'a besoin d'envoyer les machines aux grands ateliers, que lorsqu'il s'agit de grandes réparations.

A ce propos nous croyons utile de donner des indications sur la durée de reparations des locomotives dans les grands ateliers et sur les petits entretiens dans les dépôts.

En 1886, les machines en réparation dans les ateliers y sont restées, en moyenne, pendant 121 jours, tandis que celles qui ont été réparées dans les dépôts y sont restées seulement, en moyenne, 1.32 jour.

Quant au travail exécuté dans le dépôt pour la réparation des locomotives, nous avons, en 1886, employé 189,445 journées d'ouvriers, c'est-à-dire 726 journées pour 100,000 kilomètres de parcours, et nous avons dépensé 870,254 francs pour main-d'œuvre et 539,415 francs pour matières, c'est-à-dire, au total, 1,409 669 francs.

Le petit entretien des machines nous a donc coûté 5,403 francs pour 100,000 kilomètres de parcours, savoir fr. 0.054 pour chaque kilomètre.

Dans l'annexe III, on trouve les détails relatifs au petit entretien des locomotives pour chaque dépôt et pour chaque section.

Nous croyons devoir donner quelques explications sur les chiffres de cette annexe.

Ainsi, par exemple, nous voyons qu'à Turin il y avait une moyenne de 95 locomotives (colonne 2). Pour l'entretien de ces locomotives, on a exécuté 3,007 réparations (colonne 3). Ces 3,007 réparations ont nécessité 3,905 journées d'arrêt au dépôt (colonne 4), de sorte que, en moyenne, chaque locomotive entrée en réparation y resta pendant 1.33 jour (colonne 6).

En divisant la quantité de locomotives entrées en réparation (colonne 3) par 365 jours, on a la quantité moyenne pour chaque jour, savoir : 8.23 locomotives en réparation (colonne 5).

Mais il faut noter que dans les 3,905 journées d'arrêt au dépôt sont comprises celles de repos normal de la machine à la fin des tours de service, et pendant lesquelles on exécute le plus de réparations, afin de ne pas interrompre le roulement régulier des locomotives et des mécaniciens.

Or, comme on peut admettre une moyenne de 40 journées de repos normal pour chaque machine, il en résulte que la presque totalité des réparations ont été faites pendant ces jours de repos.

C'est le système que nous suivons toujours pour avoir une bonne utilisation du matériel.

Cette observation très importante, qui se rattache à la question qu'on étudie et que nous avons posée en tête de cette note, peut s'appliquer à presque tous les autres dépôts du premier compartiment.

Dans la colonne 7, nous avons la quantité moyenne d'ouvriers qui, chaque jour, travaillaient pour l'entretien des machines, savoir 60 ouvriers à peu près. En divisant cette quantité par le nombre de locomotives du dépôt (95), on a la quantité d'ouvriers pour chaque locomotive, savoir 0.63 (colonne 8).

Dans les colonnes 9, 10, 11 et 12, nous avons indiqué la quantité de journées d'ouvriers pour l'entretien des locomotives, en indiquant séparément le travail ordinaire (colonne 9), le travail extraordinaire (colonne 10), le travail total (colonne 11) et le rapport entre le travail ordinaire et le travail extraordinaire (colonne 12).

Dans la colonne 13, on a indiqué la quantité de journées d'ouvriers employées pour chaque 1,000 kilomètres de parcours de locomotive en service comme titulaire des trains et en double traction, savoir 7.22 journées.

Dans la colonne 14, on a indiqué le rapport entre la quantité totale des journées d'ouvriers et les journées d'arrêt des locomotives dans le dépôt, ce qui nous donne 6.24 journées d'ouvriers pour chaque jour d'arrêt.

Dans les colonnes 15, 16, 17 et 18, nous avons indiqué les parcours des locomotives :

1° En service comme titulaires des trains et double traction ;
2° En service des gares, des manœuvres, réserves, etc.;
3° En service pour l'essai des locomotives;
4° En totalité.

Enfin, dans la colonne 19, nous avons indiqué la quantité des journées employées pour l'entretien des locomotives pour chaque 1,000 kilomètres de parcours total, savoir : 5 77 journées

En examinant cette annexe, on peut aisément voir que la quantité de locomotives réparées dans les dépôts pour chaque section n'est pas la même par rapport à la quantité de locomotives possédées, en effet, pour la section de Turin, on a 8.54 locomotives en réparation pour 100 locomotives en service.

Ce rapport est, pour la section d'Alexandrie, de 8.30, pour Milan, de 9.93; pour Genova, de 11.31, et enfin pour Livorno, de 4 82.

C'est donc la section de Livorno qui, en 1886, avait une proportion très petite de locomotives en réparation dans les dépôts ; mais cela tient au fait que c'est aussi la section qui a reçu un nombre très grand de locomotives neuves ou qui avaient eu de grandes réparations dans les ateliers du matériel. En effet, sur 103 locomotives possédées, la section de Livorno en reçut 28, c'est-à-dire plus de la quatrième partie.

Enfin, nous devons faire observer que c'est dans la section de Livorno que les locomotives sont restées, en moyenne, le plus longtemps en réparation. En effet, la colonne 6 de l'annexe III nous donne 1 89 journée d'arrêt, tandis que pour les autres sections on a 1 32, 1 31, 1.14, 1 31

Cette moyenne de 1 89 pour la section de Livorno s'élève, pour le dépôt de Livorno, à 2.12 journées, tandis que pour l'autre dépôt de la même section, savoir : celui de Pise, on n'a que 1 30 journée d'arrêt.

On pourrait pourtant objecter que si, pour la section de Livorno, on a le plus long arrêt, on a, au contraire, une quantité moyenne de journées d'ouvriers, pour chaque 1,000 kilomètres de parcours, plus petite que pour les autres sections.

Mais nous ne devons pas oublier que c'est la section qui a reçu une très grande quantité de locomotives neuves ou réparées dans les grands ateliers, et que les lignes parcourues par les locomotives de la section de Livorno se trouvent dans des conditions très avantageuses, relativement à celles des autres sections. En effet, sur les lignes de la section de Livorno, il n'y a pas de fortes pentes et l'on peut y faire très aisément des parcours très grands avec la même locomotive.

En examinant la colonne 19 de l'annexe III, on trouve que les dépôts de Bussoleno, d'Arona et de Savone donnent des quantités assez grandes de journées d'ouvriers pour chaque 1 000 kilomètres de parcours, savoir : respectivement 10.65, 10.44, 10.20. Mais ces chiffres, quoqu'ils puissent nous paraître exagérés, sont parfaitement justifiés. En effet, à Bussoleno, nous avons seulement des machines pour le service de montagne, et parmi celles-ci, nous avions, en 1886, beaucoup de locomotives du type Beugnot, c'est-à-dire des locomotives d'un type très ancien et qui sont en service depuis bien des années Il est donc tout à fait naturel que de semblables locomotives exigent beaucoup de réparations De plus, ces locomotives, en faisant le service de montagne, font des parcours plus petits, de sorte que la quantité de journées d'ouvriers pour chaque 1,000 kilomètres de parcours doit s'élever très facilement.

Pour le dépôt d'Arona, qui est très petit et qu'on ne conserve qu'à cause de circonstances locales, il est évident qu'on ne peut pas utiliser le travail des ouvriers dans la même mesure que

dans les autres dépôts, où les ouvriers spéciaux (tourneurs, forgerons, menuisiers, etc.) ont toujours un travail continu. Du reste, à cause de son peu d'importance, ce dépôt n'a aucune influence sur l'ensemble du service.

Quant au dépôt de Savone, nous devons faire observer qu'il doit desservir aussi la ligne de Savone-Ceva, qui est assez longue et a des pentes plus fortes que 18 p. m. Il s'agit ici d'une ligne de montagne, pour laquelle on peut répéter ce que nous avons dit pour Bussoleno.

Nous avons donné tous ces renseignements minutieux sur l'état de nos machines et de nos dépôts afin de démontrer quelle est la méthode que nous préférons suivre relativement à l'entretien des locomotives.

Il en résulte que nous aimons mieux exécuter dans nos dépôts seulement les petites réparations, et tout à fait exceptionnellement quelque réparation moyenne.

Les résultats que nous avons obtenus pendant l'exercice nous laissent croire que c'est le système le mieux adapté aux conditions de notre réseau, qui a presque toutes ses lignes réunies dans un espace assez grand, mais de forme régulière, s'approchant de celle d'un trapèze, ayant pour une de ses bases la ligne Vintimille-Pise (325 kilomètres) et pour hauteur la ligne Genova-Novara-Luvino (Gothard) (220 kilomètres).

C'est dans cet espace que nous avons quatre des cinq sections principales qui forment notre réseau, c'est-à-dire à peu près 2,400 kilomètres de longueur de ligne, avec 600 locomotives en service effectif, parcourant à peu près 22 millions de kilomètres par an.

C'est donc dans cet espace qu'existent tous nos dépôts (à l'exception de celui de Livorno) et les deux ateliers de Turin et de Milan, dépendant du service du matériel (celui de Turin pour les grandes réparations et celui de Milan pour les moyennes).

Nous croyons devoir faire remarquer tout cela parce que, évidemment, le système que nous suivons — celui de faire exécuter dans les dépôts seulement le petit entretien — ne devrait peut-être pas être suivi sans quelques modifications, s'il y avait une autre disposition de lignes et notamment si l'on était obligé à de très grands parcours pour conduire les locomotives à réparer des dépôts aux grands ateliers.

Dans notre cas, il suffit de donner un coup d'œil au plan du réseau, représenté par la planche XIX, pour voir, qu'en admettant que chaque dépôt doive envoyer un huitième de ses machines en grande réparation, le parcours total d'aller et retour n'est plus que de 20,000 kilomètres ; par conséquent la dépense relative à ce parcours est de 20,000 × 0.50, soit 10,000 francs par an : ce qui est tout à fait insignifiant. Et cette somme, en pratique, est encore moindre, car beaucoup de machines, en sortant des ateliers pour aller aux dépôts, sont utilisées pour effectuer des trains facultatifs.

Dans le réseau du premier compartiment, il n'y a que la section de Livorno, qui se trouve assez éloignée des deux ateliers de Turin et de Milan et pour laquelle on a, dans le dépôt de Livorno, un plus grand nombre de machines-outils ; on y exécute des réparations d'une certaine importance.

Du reste, même pour le dépôt de Livorno, nous n'avons pas augmenté le nombre des machines outils que nous avons trouvées lors du passage en nos mains de ce dépôt, qui appartenait à l'Administration des chemins de fer romains.

Pourtant, il faut bien l'avouer, un jugement complet et précis sur la question de la limite à laquelle on doit borner les réparations dans les dépôts n'est pas trop facile à prononcer, car il y a trop de circonstances dont il faudrait tenir compte ; ainsi, il est tout à fait naturel d'avoir égard à l'état préexistant des choses, à la quantité, aussi bien qu'à la qualité, du matériel possédé, à la conformation du réseau, aux habitudes des administrations, aux exigences du service, etc., en un

mot, à toutes les circonstances qui peuvent faire préférer un système à un autre ; c'est ainsi que nous faisons, jusqu'à une certaine limite, des exceptions pour le dépôt de Livorno.

Cela posé, il nous suffira donc de pouvoir établir que les principes suivis par notre compartiment sont utiles, économiques et méritent d'être suivis par toute Administration qui se trouve, soit par rapport à la conformation du réseau, soit par rapport aux ateliers, aux dépôts, etc., dans des conditions analogues aux nôtres.

Voici quels sont ces principes :

1° Réunir le service actif des locomotives en plusieurs endroits placés sur les lignes principales et où aboutissent des lignes secondaires, de façon à avoir dans ces endroits des dépôts avec un nombre de locomotives variant de 70 à 100.

Avoir, dans les endroits où aboutissent plusieurs lignes secondaires et qui ne se trouvent pas sur des lignes principales, des dépôts de 30 locomotives ou à peu près.

Avec cette disposition et en limitant dans tous les dépôts les réparations, comme nous avons déjà dit dans cette note, il nous suffit d'avoir, pour effectuer les différents services affectés aux machines (y compris leur conduite, nettoyage, etc.), 350 agents à peu près dans les dépôts principaux, ce qui est peut-être déjà plus qu'il ne faudrait pour permettre une véritable surveillance et une direction complète et assurée sur tous les détails du service au moyen d'un chef de dépôt.

Les autres dépôts n'exigeant que 100 agents ou à peu près, la surveillance ne peut pas manquer de la part du chef de dépôt.

Ces dépôts secondaires, dans lesquels il serait absolument impossible d'exécuter d'autres réparations que les petites, offrent des avantages assez grands, savoir : une diminution dans le déplacement des mécaniciens et des chauffeurs, ce qui n'oblige pas ce personnel à rester plusieurs jours et plusieurs nuits hors de sa famille ; une diminution dans la durée de l'absence des machines du dépôt, ce qui permet une surveillance plus continuelle et un entretien plus rationnel.

Nous devons observer qu'une longue expérience nous a démontré jusqu'à l'évidence que dans ces dépôts secondaires, les dépenses générales ne sont pas proportionnellement plus fortes que pour les grands dépôts avec 150 ou 200 locomotives, parce qu'il y a toujours une source d'économie dans les détails du service et dans une plus minutieuse et plus directe surveillance, qui n'est pas possible lorsqu'il y a — comme dans les grands dépôts — trois ou quatre individus qui font la surveillance d'une manière cumulative ;

2° Disposer le service actif des mécaniciens de façon à avoir des tours de roulement pas trop longs, avec un jour de réserve, éventuellement, et un seul jour de repos.

3° Exécuter, autant que possible, toutes les réparations pendant les jours de repos des locomotives, et en cas exceptionnel, les jours où elles restent disponibles à leur dépôt pour service de réserve.

Outre les jours de repos, et exceptionnellement les jours de réserve, on a établi que chaque locomotive peut rester inactive dans le dépôt, à cause de petites réparations, pendant dix jours chaque année. A toute locomotive qui n'a pas exigé, pour des réparations, une quantité de jours d'inactivité plus grande que celle ci-dessus indiquée, on accorde une prime de 5 francs pour chaque 1,000 kilomètres de parcours au delà d'une certaine limite, que nous indiquerons plus loin.

Cette prime est partagée par tous les mécaniciens qui ont employé la locomotive, dans une mesure proportionnelle au parcours exécuté.

Il faut pourtant observer que chaque machine neuve ou qui a reçu une grande réparation, ou qui a interrompu pour un certain laps de temps son parcours à cause d'une moyenne réparation, doit parcourir 20,000 ou 25,000 kilomètres, selon le type, avant d'avoir droit à la prime. Ces 20,000 à 25,000 kilomètres de parcours sont la limite dont nous avons parlé.

Voici, à cet égard, des renseignements sur les résultats de ce système pour 1883 et pour 1886 :

En 1883, nous avions 862 mécaniciens en service, dont 785 ont reçu quelques primes. La prime moyenne a été de près de 104 francs, ce qui représente un parcours moyen sans interruption de 30,000 kilomètres à peu près au delà de la limite fixée comme première dotation des locomotives.

Dans la même année, sur 857 locomotives en service, nous avons eu :

362	locomotives,	qui ont	parcouru	plus que	35,000	kilomètres.
162	—	—	—	—	45,000	—
87	—	—	—	—	55,000	—
25	—	—	—	de 60,000 à	70,000	—

Plusieurs de ces machines on fait leur parcours toujours avec le même mécanicien, de sorte que nous avons eu plus d'un mécanicien qui a reçu jusqu'à 310 francs de prime.

Toutes ces locomotives ont été en service continuellement, pendant toute l'année, sans dépasser les dix jours d'arrêt pour réparation, en plus des jours de repos normal.

Voici des indications analogues pour 1886.

A cette époque, nous avions 802 mécaniciens en service, dont 626 ont reçu quelques primes. La prime moyenne a été de 102 francs, ce qui représente un parcours moyen, sans interruption, de 20,300 kilomètres en plus de la première dotation.

Dans la même année, sur 668 locomotives en service, nous avons eu :

292	locomotives,	qui ont	parcouru	de. . .	30,000 à 40,000	kilomètres.
139	—	—	—	. . .	40,000 à 50,000	—
72	—	—	—	. . .	50,000 à 60,000	—
7	—	—	—	. . .	60,000 à 70,000	—

Dans l'annexe IV nous donnons, pour chaque catégorie, la quantité de locomotives qui, depuis plusieurs années, n'ont pas interrompu leur parcours, et nous donnons aussi les parcours qu'elles ont effectué depuis leur dernière réparation ou interruption ;

4° Il faut pourtant observer que les dépôts qui doivent exécuter le petit entretien des locomotives peuvent arriver quelquefois à ne pas dépasser les dix jours d'arrêt dont nous avons parlé en ayant recours au travail extraordinaire.

Cependant ils ne doivent pas dépasser une certaine proportion entre le travail ordinaire et l'extraordinaire; cette proportion est à peu près de 7 p. c. dans les dépôts qui ont un travail continu, et de 10 p. c. dans les dépôts placés dans des conditions spéciales et ayant beaucoup de locomotives de montagne.

Cette proportion est encore bien moindre que celle qu'on a dans les grands ateliers, où souvent on fait un quart de journée de travail en plus et où il y a aussi le système du travail à la tâche : ce qui n'est pas admis pour les dépôts.

Le travail extraordinaire qu'on doit faire quelquefois dans les dépôts est, à notre avis, compensé par une meilleure utilisation des locomotives; en effet, lorsqu'une machine doit reprendre son service le matin suivant le jour où elle est en réparation, il est toujours plus convenable de faire travailler les ouvriers pendant une partie de la nuit, que de devoir allumer une autre machine pour remplacer celle de roulement normale qui est en réparation.

A présent, nous croyons devoir résumer ce qui précède au sujet de la question qui nous occupe et dire en quelques mots « jusqu'à quelle limite il convient d'exécuter, dans les dépôts, les réparations des locomotives ».

Nous croyons pouvoir assurer que cette question, qui est directement en relation avec celle de la meilleure utilisation des locomotives et du personnel, peut être résolue d'une manière satisfaisante en suivant les principes que nous avons exposés dans cette note, savoir :

1° Limiter la réparation des locomotives dans les dépôts à ce que l'on peut appeler *petit entretien des machines*, selon la définition que nous en avons donnée;

2° Éviter autant qu'il est possible d'avoir des dépôts avec une quantité trop grande de machines et subdiviser les roulements des machines avec un seul jour de repos;

3° Exciter les mécaniciens à conserver en bon état de service, pendant le plus longtemps possible, la machine qui leur a été confiée, en leur donnant des primes lorsqu'ils arrivent à faire des parcours assez grands toujours avec la même locomotive et sans interruption.

Ces principes, qui se trouvent appliqués dans le premier compartiment de notre Administration, ont toujours donné de bons résultats et nous croyons, en conséquence, que c'est par leur moyen qu'on peut résoudre pratiquement et d'une manière satisfaisante la question posée en tête de cette note.

ANNEXES

DE LA NOTE SUR LE LITTÉRA *B*

Annexe I. — Nombre de locomotives ayant parcouru plus de 50,000 kilomètres dans le délai entre deux grandes réparations et nombre de kilomètres parcourus en moyenne par ces locomotives.

LOCOMOTIVES.	LOCOMOTIVES sorties des ateliers après			PARCOURS DES LOCOMOTIVES sorties des ateliers après			PARCOURS MOYEN DES LOCOMOTIVES sorties des ateliers après		Parcours moyen total.
	une grande réparation.	une moyenne réparation.	Total.	une grande réparation.	une moyenne réparation.	Total.	une grande réparation.	une moyenne réparation	
A voyageurs	115	97	212	19,307,627	10,770,803	30,078,430	176,588	111,039	141,879
A marchandises	98	71	169	12,270,216	6,991,872	19,262,088	125,200	98,477	113,976
De montagne (type Sigl) . .	32	16	48	4,697,446	1,803,350	6,500,796	146,795	112,709	135,433
— (type Beugnot).	6	11	17	549,190	600,028	1,149,218	91,531	54,548	67,601
De manœuvre	1	13	14	154,262	1,535,276	1,689,538	154,262	118,098	120,681
Locomotives-tenders	2	2	4	168,[illegible]	113,[illegible]	81,[illegible]	84,[illegible]	56,776	76,[illegible]

Annexe II. — Nombre moyen de locomotives entrées et sorties des grands ateliers pendant l'année 1886.

DÉPOTS.	Locomotives sorties des ateliers après une grande réparation.	une moyenne réparation.	Total *).	Kilomètres de parcours faits par le total des locomotives possédées.	Quantité de locomotives reçues par rapport à 100,000 kilom. de parcours.	Quantité de locomotives envoyées aux grands ateliers.	Kilomètres de parcours des locomotives envoyées aux grands ateliers.	Quantité de locomotives envoyées aux grands ateliers par rapport à 100,000 kilom. de parcours.
Torino	20	19	29	4,220,414	0.687	38	130,507	0.900
Bussoleno	7	7	11	1,013,408	1.085	8	68,836	0.789
Alessandria	29	13	35	4,276,636	0.818	35	146,827	0.826
Pavia	5	5	8	606,293	1.140	7	79,827	1.005
Milano-Centrale	8	20	18	2,776,303	0.648	27	128,883	0.972
Milano Sempione	3	5	8	1,616,015	0.495	10	108,653	0.619
Novara	2	4	4	1,171,579	0.341	10	92,832	0.854
Arona	7	1	8	349,173	2.291	4	74,459	1.146
Genova P. P.	3	*	3	694,243	0.432	6	100,430	0.864
Genova P. B.	7	4	9	1,107,902	0.812	5	146,082	0.451
Pontedecimo	9	2	10	1,994,262	0.502	3	132,208	0.450
Savona	5	4	7	2,017,234	0.347	15	116,040	0.744
Livorno	23	5	25	3,314,829	0.754	14	189,444	0.422
Pisa	2	*	2	879,021	0.228	4	191,149	0.455
TOTAUX	132	89	177	26,087,402	0.678	186	128,248	0.713
SECTIONS.								
Torino	27	26	40	5,233,822	0.764	46	119,856	0.879
Alessandria	34	18	43	4,932,989	0.872	42	135,960	0.851
Milano	22	30	38	5,013,170	0.613	51	111,746	0.862
Genova	24	10	29	5,813,671	0.499	29	121,623	0.499
Livorno	25	5	27	1,193,850	0.613	18	189,823	0.429
TOTAUX	132	89	177	26,087,402	0.678	186	128,248	0.713

*) Une réparation moyenne correspond à une demi grande réparation.

Dans cette annexe, on a compris comme sortant des grands ateliers, 45 locomotives neuves reçues en 1886, et on n'a pas compris les locomotives qui ont été envoyées directement des grands ateliers au deuxième compartiment.

Annexe III. — Renseignements sur le nombre des locomo

DÉPOTS.	NOMBRE DE LOCOMOTIVES		Journées d'arrêt dans les dépôts pour réparations pendant l'année 1886.	Nombre de locomotives entrées en réparation par jour.	Quantité moyenne des journées que chaque locomotive est restée en réparation dans les dépôts pour chaque réparation.	QUANTITÉ D'ARM AFFECTÉE A LA REPARATIO DES LOCOMOTI DANS LES DÉPÔ	
	affectées aux dépôts.	entrées successivement en réparation dans les dépôts.				Moyenne par jour.	Moyenne
1	2	3	4	5	6	7	8
Torino	95	3,037	3,905	8.23	1.23	50.00	0.4
Bussoleno	31	928	1,302	2.53	1.40	25 02	0.1
TOTAUX	126	3,934	5,207	10.77	1.32	87 02	0.6
Alessandria	113	3,197	4,362	8.75	1.36	80 00	0.2
Pavia	18	769	835	2 10	1.09	10 73	0.4
TOTAUX	131	3,966	5,197	10.86	1 31	90 76	0.6
Milano Centrale	58	2,302	2,557	6.30	1.11	45 87	0.2
Milano Sempione	52	1,491	1,556	4 08	1 04	31 35	0.6
Arona	10	386	588	1 05	1.52	9 72	0.1

dans les dépôts, leurs parcours, leurs journées de travail, etc.

JOURNÉES D'OUVRIERS LES RÉPARATIONS DES LOCOMOTIVES DANS LES DÉPÔTS.			Journées d'ouvriers pour chaque 1,000 kilomètres de parcours de locomotive en ligne ordinaire des trains et de la traction.	Rapport entre les journées d'ouvriers et les journées d'ouvrier des locomotives dans les dépôts pour réparation.	Parcours kilométrique des locomotives en service comme titulaires des trains et double traction.	Heures de réserve et de manœuvre réduites en kilomètres.	Parcours kilométrique des locomotives pour les preuves.	Parcours total.	Journées d'ouvriers pour chaque 1,000 kilomètres de parcours total
Travail extraordinaire.	Total.	Rapport entre le travail ordinaire et extraordinaire.							
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
2,520 15	24,732 78	11 63	7 22	6 24	3,373,772	832,040	13,563	4,220,275	5 77
213 38	10,740 37	5 51	12 57	8 27	857,704	155,704	»	1,013,408	10 65
3,1[illegible] 54	35,156 15	9 67	8 45	6.75	4,231,476	988,044	14,563	5,233,683	6 71
4,035 85	33,257 27	13 85	10 90	7 62	3,034,474	1,202,102	44	4,236,680	7 61
270 36	4,175 61	6 02	7.27	5 00	574,300	121,894	101	696,304	5.99
4,306 21	37,432 88	13 00	10 37	7 20	3,608,873	1,324,056	145	4,033,074	7 58
1,290 67	18,022 81	7 04	7.20	7 24	2,469,031	290,882	4,094	2,773,607	6 49
606 80	12,053 22	5 30	10 51	7 74	1,146,3[illegible]0	469,703	»	1,616,015	7 45
83 65	3,647 15	2 35	11.18	6 20	325,713	23,460	»	340,173	10.44
383 20	7,184 02	5 47	7 82	5 35	944,463	227,116	»	1,171,579	6 30
2,351 32	41,107 20	6 07	8.41	6.76	4,885,116	1,020,161	4,094	5,910,374	6 95
101 70	4,016 26	2 03	10 16	4 06	395,149	209,094	220	604,463	5.78
320 37	6,955 65	4 81	6 99	7 12	997,492	110,410	887	1,108,789	6 29
681 40	16,784 24	6 21	12 04	3 58	1,393,240	601,052	[illegible]	1,994,472	8 41
1,967 24	20,001 02	10.62	12 66	9 50	1,626,488	390,746	960	2,018,194	10.20
3,373 31	48,577 17	7 49	10 97	5 50	4,412,309	1,401,302	2,247	5,815,918	8 31
1,353 56	22,029 73	9 73	8 35	7 47	2,638,385	677,003	307	3,315,695	6 64
277 61	5,442 59	5 48	8 81	10 90	645,530	273,482	[illegible]	870,217	6 07
2,231 17	27,372 32	[illegible]	8 44	7 97	3,241,924	950,485	503	4,194,912	6 52
15,467 74	190,445 72	8 83	9 30	6 59	20,382,758	5,684,051	20,552	26,087,961	7 02

Annexe IV. — Parcours effectués par les locomotives depuis leur dernière interruption de service et jusqu'au 31 décembre 1886.

PARCOURS de kilomètres.	PARCOURS à kilomètres.	QUANTITÉ DE LOCOMOTIVES.	
Locomotives à roues indépendantes.			
25,000	40,000	7	Parcours total effectué par les 26 locomotives : 1,940,832 kilomètres.
40,000	50,000	4	
50,000	60,000	1	
60,000	70,000	1	
80,000	90,000	3	
100,000	110,000	1	
120,000	130,000	2	
140,000	150,000	2	
150,000	160,000	1	
160,000	170,000	1	
Locomotives à 4 roues accouplées, de grand diamètre.			
25,000	40,000	14	
40,000	50,000	8	
50,000	60,000	11	
60,000	70,000	9	
70,000	80,000	7	

PARCOURS de kilomètres.	PARCOURS à kilomètres.	QUANTITÉ DE LOCOMOTIVES	
Locomotives à 4 roues accouplées, de petit diamètre.			
20,000	40,000	36	
40,000	50,000	12	
50,000	60,000	15	
60,000	70,000	9	
70,000	80,000	5	
80,000	90,000	6	
90,000	100,000	5	Parcours total effectué par les 109 locomotives : 7,292,055 kilomètres.
100,000	110,000	2	
110,000	120,000	7	
120,000	130,000	2	
130,000	140,000	4	
150.000	160,000	3	
160,000	170,000	1	
180,000	190,000	1	
210,000	220,000	1	
Locomotives-tenders à 4 roues accouplées, pour lignes secondaires.			
20,000	40,000	14	
40.000	50,000	3	Parcours total effectué par les 20 locomotives : 777,400 kilomètres.
60,000	70,000	1	
70,000	80,000	1	
100,000	110,000	1	

PARCOURS de kilomètres.	PARCOURS à kilomètres.	QUANTITÉ DE LOCOMOTIVES.	
Locomotives à 6 roues accouplées.			
15,000	30,000	61	
30,000	40,000	43	
40,000	50,000	32	
50,000	60,000	19	
60,000	70,000	18	Parcours total effectué par les 217 locomotive 10,942,335 kilomètres.
70,000	80,000	12	
80,000	90,000	12	
90,000	100,000	9	
100,000	110,000	5	
110,000	120,000	4	
130,000	140,000	2	
Locomotives à 8 roues accouplées.			
10,000	20,000	23	
20,000	30,000	26	
30,000	40,000	18	
40,000	50,000	10	

DISCUSSION EN SECTION

(2e SECTION)

PREMIÈRE PARTIE :

Littéra A. — 1°, 2° et 3°

DE LA SUSPENSION, DU PRINCIPE COMPOUND ET DE LA NATURE DU MÉTAL.

Séance du 24 septembre (matin)

PRÉSIDENCE DE M. BELPAIRE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BANDERALI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. CERVINI

M. le Président. Nous abordons les trois premiers points du littéra *A* de la question des locomotives.

La parole est à M. Cervini, ingénieur, chef de section principal du matériel des chemins de fer de la Méditerranée (Italie), pour faire l'exposé de cette partie de la question.

M. Cervini donne lecture de l'exposé rédigé par lui et publié dans le *Bulletin* (1).

(1) Voir vol. I, nc 9, septembre 1887, 1er fasc., p. 1023.

M. le Président. La discussion est ouverte sur le 1° du rapport de M. Cervini :

De l'influence de la suspension sur les dépenses d'entretien.

L'examen du rapport soulève quelques questions préjudicielles.

M. Riva (*Italie*). M. Cervini parle-t-il dans ces comparaisons de la même qualité de bandages? Je ne comprends pas la relation entre l'usage du balancier et l'usure des bandages. Si on ne dit pas que les bandages ont la même qualité d'acier, je ne vois pas quels sont les termes de comparaison.

M. le Président. Ce sont les mêmes types de locomotive avec les mêmes bandages; et c'est la même qualité d'acier.

M. Riva. Les locomotives avaient-elles le même type, le même service?

M. le Président. Oui, le même type, les mêmes dispositions. Il s'agit de savoir si une bonne répartition entre le poids de la machine sur les roues constitue un meilleur emploi des bandages au point de vue de l'adhérence.

M. Riva. Les résultats qu'on peut obtenir ne signifient pas grand'chose. Dans la construction des machines, beaucoup de causes influent sur l'usure des bandages, outre la suspension.

M. le Président. Nous avons constaté des surcharges énormes sur les roues qui n'étaient pas conjuguées avec d'autres par le balancier. Je me souviens que, sur la ligne du Luxembourg, des machines réglées de manière à faire porter par

grande vitesse, elles laissent un doute au sujet de l'efficacité du balancier. C'est une des raisons par lesquelles nous avons expliqué les résultats négatifs obtenus dans quelques machines à grande vitesse. Nous n'y avons trouvé aucun avantage relativement à l'usure des pièces.

M. Polonceau (*France*). Une observation sur le balancier.

En général, les balanciers sont une bonne chose, mais je crois devoir signaler comme tout spécialement avantageux, à tous les points de vue, le balancier transversal à l'avant des machines locomotives. J'ai fait un essai, et j'ai trouvé que le balancier transversal facilitait l'entrée dans les courbes d'une manière considérable. J'ai opéré l'essai en faisant passer la machine, d'abord en calant le balancier et ensuite en le laissant fonctionner.

Quant à l'action sur l'usure des bandages, il est difficile de la juger exactement. Il faudrait pour cela avoir des bandages venant des mêmes coulées, appliqués à des locomotives qui seraient les unes munies de balancier, les autres sans balancier. Mais il est évident que le résultat de ces essais ne pourrait être que favorable aux balanciers.

Je vous demanderai, monsieur le Président, de nous donner quelques renseignements sur les ressorts. Vous avez adopté des ressorts d'une forme spéciale. Si vous vouliez nous dire un mot sur les motifs de ce changement, nous serions très heureux de vous entendre.

M. le Président. Ce changement de forme que nous avons adopté n'a pas grande signification par lui-même. C'est plutôt un mode de fabrication plus facile. Il n'y a aucun inconvénient, n'est-ce pas, au point de vue de la flexibilité, à donner à une pièce flexible une forme rectiligne ou une forme courbe initiale? Les conditions de travail du métal sont les mêmes. Comme nous croyons devoir faire nos ressorts le plus long possible, nous les avons augmentés singulièrement en épaisseur. Si nous avions conservé les courbures, les deux points d'attache, les deux points d'application auraient été dans des conditions peu stables. En recourbant, au contraire, les ressorts, nous arrivons à rapprocher le plus possible de la ligne droite les deux points de suspension et les points d'appui.

Je le répète, cela n'a pas d'autre signification; c'est une question de place.

M. Polonceau. C'est une chose très intéressante parce que ce système pourrait trouver son application aux voitures à voyageurs.

M. le Président. Nous avons cherché à nous rendre compte de la question et

nous avons fait un essai à une voiture. Là, il convient, pour le passage des courbes, d'avoir une certaine facilité de déplacement transversal. Quand vous arrivez à la ligne droite, ce déplacement n'est plus aussi facile. Cela présente un certain inconvénient. De plus, on est obligé, dans ces conditions, d'avoir des supports de menottes très longs; par conséquent, l'axe perd toute stabilité. Dans la locomotive, la suspension étant inférieure, vous vous trouvez, au contraire, dans des conditions meilleures, le déversement se produit moins.

Il ne faut pas attacher trop de valeur à cette disposition. Elle n'a présenté, au point de vue de la fabrication des ressorts, que des avantages. D'abord, on n'est pas obligé de tourmenter la matière pendant la fabrication des ressorts. Afin d'obtenir une forme courbe uniforme de toutes les feuilles, afin d'éviter les bâillements qu'on redoute généralement dans la construction des ressorts, on est obligé de rebattre les feuilles. On risque de donner des tensions initiales, inégales aux différentes feuilles, tandis qu'en fabriquant les ressorts tout droits, on n'a qu'à opérer la superposition des feuilles en les découpant et sans devoir les chauffer pour les cintrer.

Quelqu'un désire-t-il prendre la parole sur l'utilité des balanciers?

M. Parent (*France*). Plusieurs d'entre nous ne sont pas partisans du balancier, pour des raisons pratiques. M. Dieudonné a exposé quelques-unes de ces raisons.

M. Dieudonné. C'est une pièce supplémentaire. Dès lors, il faut démontrer son utilité avant de l'admettre. Eh bien, cette utilité — je parle de l'expérience qui a été faite sur ma ligne — cette utilité n'a pas été établie au point de vue des faits d'usure et de choc sur les pièces de support. Maintenant, il y a, au sujet des balanciers longitudinaux, une objection que je crois pouvoir citer : c'est qu'ils constituent une obstruction, un encombrement. Dans des machines à mécanisme compliqué, ils forment un obstacle à la visite, au passage des burettes et à l'introduction des bras des hommes.

M. le Président. N'est-il pas essentiel, non seulement au point de vue de la conservation des locomotives, mais surtout à celui de la conservation de la voie, d'assurer une répartition convenable du poids de la locomotive sur ses supports?

M. Dieudonné. Au point de vue de la conservation de la voie, nous n'avons pas grande inquiétude à avoir. Sur ma ligne, nous avons successivement augmenté le poids des roues motrices à grande vitesse. Le service de la voie ne fait aucune observation. Nous avons 15 tonnes sur chaque essieu moteur.

M. le Président. D'après des expériences faites, ces 15 tonnes peuvent devenir 17, 18 tonnes; tandis qu'avec le balancier, vous n'avez pas ces changements.

Veuillez faire cet essai; ayez tout bonnement des indicateurs de flèche prise en marche et vous trouverez immédiatement une différence notable lorsque vous aurez recours, non seulement aux balanciers longitudinaux, mais encore aux balanciers transversaux.

M. Henry (*France*). Au sujet des variations de charge possibles sur les roues en marche, nous avons fait, en 1882, des expériences directes qui ont été poursuivies pendant assez longtemps, et qui nous ont montré que des roues d'avant de locomotives, chargées au repos à 12t600 par essieu, éprouvaient parfois des variations de charge pouvant aller jusque 8 tonnes.

Les surcharges étaient, en général, plus grandes que les décharges, de sorte que la charge totale atteignait parfois 17 tonnes et ne descendait pas au-dessous de 9 tonnes.

Au point de vue de l'utilité des balanciers dans le sens longitudinal, je citerai deux faits.

Nous avions des tenders à trois essieux, pesant près de 37 tonnes, qui n'avaient pas de balanciers. La répartition du poids se faisait comme elle pouvait. Ils étaient sujets à des chauffages fréquents. Nous avons alors conjugué les deux essieux d'arrière au moyen de balanciers et les chauffages ont disparu.

Nous avions des wagons à charge de 40 tonnes, montés sur quatre essieux non conjugués, sans balanciers. Quand on les chargeait à 40 tonnes, ils chauffaient souvent. Étant donnés les bons résultats obtenus sur les tenders, nous avons conjugué les essieux deux à deux au moyen de balanciers : les chauffages n'ont guère diminué.

Ce dernier fait ne prouve pas cependant que les balanciers n'avaient point d'utilité. D'après le système de construction des wagons en question, les quatre essieux étaient aussi rapprochés que possible, et nous n'avons pu y adapter que des balanciers très courts; c'est ce qui explique le peu d'effet obtenu. Il faut, pour que les balanciers aient un effet certain, qu'ils aient une certaine longueur permettant de vaincre sans trop grand effort la résistance qui se produit toujours dans leurs axes. Il importe aussi que ces axes soient en métal très dur, qu'ils soient bien entretenus, bien rodés et bien graissés, sans quoi ils n'offrent qu'une fausse sécurité, car l'engin sur lequel on compte ne fonctionne pas.

M. Parent. Nous savons tous que, pour faire sortir les axes de certains balan ciers, lorsque la machine entre en réparation, il faut les faire chauffer. On conçoi que, dans ces conditions, les balanciers ne fonctionnent pas parfaitement.

M. le Président. Nous avons trouvé qu'il était plus avantageux de les fair porter sur couteaux. De cette manière, vous n'avez pas d'usure. Vous obtene une mobilité parfaite. Je vous citerai un exemple que nous avons eu dans notr service. Nous avions des locomotives à dix roues, six roues accouplées, puis de roues porteuses à l'extrémité; il y avait par conséquent un empatement très consi dérable. Plusieurs fois, nous avons eu des déraillements, surtout au changement d régime des profils. Quand on marchait à des vitesses assez considérables, les roue se lançaient pour ainsi dire dans le vide. Il y avait une décharge instantanée d l'axe. Je le répète, plusieurs déraillements ont eu lieu dans ces conditions. Nou avons mis des balanciers à ces roues; nous n'avons plus eu le même inconvénient J'ai circulé plusieurs fois sur les machines. J'ai vu que le mouvement, le déplace ment des balanciers était instantané. Je déclare que les craintes que l'on a expri mées tantôt ne doivent pas persister dans votre esprit. La répartition se fa instantanément.

M. Riva. Il faut dire que l'Angleterre et l'Amérique se servent presque toujour de balanciers dans toutes leurs machines.

M. le Président. Ainsi la machine express normale en Allemagne a le doubl balancier à l'avant, longitudinal et transversal. On s'en trouve fort bien. O l'applique avec profit même à la machine à une seule paire de roues motrices.

Nos diagrammes, qui seront également reproduits, révèlent, dès aujourd'hui, des faits intéressants, mais ne permettent pas encore d'arriver à des conclusions formelles; il nous a paru utile néanmoins de les signaler dès aujourd'hui au Congrès.

Nous comptons les développer par la suite et, s'il y a lieu, communiquer à l'appréciation du Congrès, dans sa prochaine session, les résultats auxquels nous serons arrivés.

M. le Président. Nous avons à conclure. Admettez-vous que les balanciers soient utiles pour arriver à une répartition complète de la charge de la locomotive sur ses points de support?

M. Dieudonné. La majorité ne sera peut-être pas de cet avis.

M. Polonceau. On pourrait dire que l'emploi des balanciers a donné de bons résultats.

M. Banderali. Il faut dire qu'ils doivent être bien appliqués.

M. Parent. On aurait l'air d'insinuer que l'Est a mal appliqué le système.

M. Banderali. Nullement; mais vous venez de dire qu'il y a des cas où l'on ne peut pas démonter les axes de rotation et les articulations par suite d'absence de jeu suffisant.

M. Dieudonné. On pourrait dire : Dans certains cas, les balanciers paraissent avoir donné de bons résultats.

M. le Président. Je suis convaincu que les balanciers sont utiles.

M. Polonceau. Je crois qu'il y a peu de Compagnies où l'on n'ait pas de machines à balancier.

M. Banderali. On pourrait dire que l'emploi des balanciers est très répandu et qu'il paraît avoir donné d'assez bons résultats pour qu'on le continue.

M. le Président. Je crois qu'il est inutile de le dire; une machine bien suspendue demande moins d'entretien comme véhicule moteur. Est-il nécessaire de nous étendre davantage sur une question qui paraît un peu accessoire?

Nous passons au 2° du rapport de M. Cervini :

De l'application du principe compound aux locomotives.

M. Banderali. Je voudrais vous faire une communication supplémentaire au sujet des expériences entreprises au chemin de fer du Nord sur les machines compound. Les résultats que vous avez vus dans le rapport de M. Cervini indiquent une économie de 19 p. c. sur le combustible en poids par rapport à la moyenne générale de consommation des machines ordinaires de même type. Nous avons laissé marcher pendant un certain temps la machine dont parle M. le rapporteur et nous avons recueilli les résultats d'expériences qui s'étendent sur les six premiers mois de cette année. Nous avons voulu comparer à la valeur argent de l'économie réalisée sur le combustible le surplus des dépenses qui proviennent du graissage. Comme l'a dit M. Cervini, nous avons voulu traduire toutes les économies en argent. L'économie de combustible a continué à se manifester, et la locomotive en question est toujours en avance, sous le rapport de la consommation du combustible, et d'une manière notable, sur la meilleure locomotive du même système confiée à un autre mécanicien.

Quand on fait la traduction en argent de tous les éléments de comparaison de la question, il faut tenir compte de ce que la locomotive compound prend 10 p. c. de briquettes, tandis que la machine ordinaire n'en prend que 9 p. c. La dépense en argent par 100 kilomètres varie de l'une à l'autre. D'après les derniers résultats, pour les locomotives compound, la dépense de combustible représente, par 100 kilomètres, 8 fr. 18 c.; pour les locomotives ordinaires, 8 fr. 93 c.

La dépense de graissage pour la locomotive compound est de 73 centimes, tandis que celle de la locomotive ordinaire ne monte qu'à 23 centimes, aussi pour 100 kilomètres de parcours.

En tenant compte de toutes ces considérations, on trouve que l'économie finale due à l'emploi de cette machine se réduit à quelque chose comme 25 centimes par 100 kilomètres, s'établissant comme suit :

Économie sur le combustible	0k747
Perte sur le graissage	0k497
Économie nette	0k25

Nous ne pouvons rien dire des différences en dépenses d'entretien; mais cette machine offre certains avantages au point de vue de l'élasticité ainsi que de la puissance de la production de la vapeur, et l'on peut espérer que les causes qui influent sur l'augmentation des frais de graissage disparaîtront.

M. Parent. Il semble que le rapport indique que cette machine est faible.

M. Delebecque (*France*). Nous avons trois espèces de machines compound qui marchent. Pour deux d'entre elles, je demanderai de remettre les renseignements à deux ans. Pour celle dont il s'agit et qui est depuis un an en service, les résultats viennent de vous être indiqués par M. Banderali. Seulement, j'ai demandé qu'on changeât cette machine de mécanicien. On a agi en cette occasion comme on le fait en tous les essais possibles. Quand cette machine est arrivée, on lui a donné un bon mécanicien. Vous savez ce que vaut le coefficient de l'homme. Les essais de ce genre exigent beaucoup de temps. Nous verrons dans deux ans si l'économie que nous réalisons sur le combustible n'est pas compensée par une dépense plus grande pour le graissage et surtout pour l'entretien. Cette machine est plus chère de construction que la machine ordinaire, parce qu'elle renferme plus de pièces. Elle sera plus coûteuse d'entretien. Nous n'avons pas encore fait assez de parcours pour pouvoir vous donner des chiffres sérieux. L'expérience que nous faisons est intéressante, mais elle n'est pas encore concluante.

M. Polonceau. On pourrait clore la discussion en disant que les machines du principe compound sont en essai, mais que les expériences ne sont pas encore faites sur une échelle assez considérable pour en tirer des conclusions.

M. Banderali. A l'essai et à l'étude.

M. Parent. Je vois à la page 23 des tirés à part du rapport de M. Cervini que cette machine, comparée aux autres locomotives à grande vitesse, paraît un peu faible surtout sur les lignes en rampe.

M. Banderali. C'était ainsi au commencement. On a modifié sa distribution.

M. Mayer (*France*). Je suis d'avis aussi qu'il faut laisser la question ouverte. Je désire demander une petite explication sur quelques paroles que j'ai entendues tout à l'heure.

D'après les chiffres donnés par M. Banderali, j'ai compris que la machine compound avait eu en même temps des combustibles de différentes qualités.

M. Delebecque. Non. Tous nos mécaniciens ont le même combustible. Seulement, ils prennent un peu plus ou un peu moins de briquettes. Ils ont une prime d'autant plus grande qu'ils en brûlent moins.

M. Banderali. Cela dépend des mécaniciens.

M. Mayer. Vous avez dit qu'il y a eu jusqu'à 19 p. c. d'économie de combustible. Est-ce le même combustible?

M. Banderali. Non; mais ceci prouve que l'une des locomotives exige de meilleur combustible que l'autre.

M. Mayer. Avec le même combustible, la dépense argent doit représenter la même économie que la dépense en poids. Or, si je ne me trompe, vous avez dit : 19 p. c. de combustible en moins et beaucoup moins de différence pour l'argent.

M. Banderali. Nous avons fait entrer en ligne de compte la valeur en argent des combustibles consommés et puis celle du graissage et, en somme, l'économie argent ne dépasse pas 0.25 par 100 kilomètres en tenant compte de toutes les dépenses des matières de consommation. C'est maigre.

M. le Président. Nous pouvons considérer cette question-là comme traitée en attendant que nous la reprenions au prochain Congrès.

M. Polonceau. A la Société autrichienne-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État, où j'avais une machine construite d'après les dessins de Webb, c'est-à-dire d'après son type, je n'avais trouvé pour le combustible qu'une économie de 5 à 6 p. c. Cette machine présentait une très grande stabilité, mais nous avions des difficultés pour le démarrage.

M. Mayer. Comme à l'Ouest.

M. le Président. Comme l'a dit M. Delebecque, le choix du personnel exerce une influence énorme.

M. Delebecque. Nous avons 20 p. c. de différence dans nos machines à marchandises entre le premier mécanicien et le dernier.

M. le Président. Nous passons au 3° du rapport de M. Cervini :

De la nature du métal à employer pour les chaudières, les tubes à fumée, les entretoises, etc.

Quelqu'un demande-t-il la parole sur l'utilité de l'emploi de l'acier dans les corps cylindriques? Doit-on encore avoir des inquiétudes pour la solidité de ces corps?

M. Mayer. L'acier qu'on a employé pour faire les corps cylindriques et les enveloppes des foyers des machines locomotives, a été constamment en diminuant

de résistance à la rupture. On a construit d'abord avec des aciers assez vifs. Puis, on a réduit la résistance à la rupture, de manière à arriver au chiffre qu'on a dit tout à l'heure et qui est vraiment peu différent de ceux qu'on avait pour ce qu'on appelait autrefois la bonne tôle de fer.

Je crois que la solution de la question pour la nature de l'acier destiné aux chaudières est qu'il se rapproche le plus possible du fer doux. Mais ici une explication est nécessaire. Il est malheureusement intervenu, en effet, dans le langage industriel, une espèce de confusion. Certaines personnes veulent absolument appeler acier le métal fondu qui ne contient pas de carbone et qui ne prend pas la trempe ; d'autres personnes disent : fer fondu.

D'un autre côté, on appelle aciers des « aciers » qui prennent la trempe, qui sont très durs. Les deux produits sont essentiellement différents, notamment au point de vue de l'application à la construction des chaudières de machines locomotives. Au chemin que suit l'industrie métallurgique, on ne s'aventure pas beaucoup en prédisant que d'ici à peu de temps il n'y aura pas d'autre métal que du métal fondu. Ce sera du fer ou de l'acier, selon la quantité de carbone qu'il contiendra.

Je crois que la question pourra être appréciée si l'on veut bien ne pas soulever une discussion, qui n'a qu'une valeur de mots, entre l'acier qui ne prend pas la trempe et le fer qui est dans les mêmes conditions.

Je crois donc que toutes ces discussions-là sont dominées par un fait général, un fait primordial qui est entré dans la pratique métallurgique, qui y entrera de plus en plus et qui fera que nous n'aurons plus à notre disposition que du métal fondu.

Ce métal restera seul en jeu.

M. le Président. Je crois que M. Mayer a posé la question au véritable point de vue. Peut-on employer un métal qui est d'une seule pâte ou bien convient-il de conserver les tôles de fer ordinaire qui sont, en définitive, une espèce d'étoffe ?

M. Polonceau. Je crois qu'on peut construire des chaudières aussi bien en fer qu'en acier fondu. Toutes ces matières sont bonnes pour les chaudières. Je puis vous signaler qu'à la Société autrichienne-hongroise, j'ai eu des corrosions aux chaudières en fer comme aux chaudières en acier et aussi rapidement.

Ce qui m'a donné le meilleur résultat, c'est l'acier Martin, qui ne prenait pour ainsi dire pas la trempe et qui a l'avantage d'être plus régulier que le fer actuel.

M. Mayer. Vous avez dit que l'acier vif pouvait servir à faire des locomotives.

M. Polonceau. Je n'y vois pas d'inconvénient, si la construction est faite avec soin.

M. Mayer. Il n'y a pas d'inconvénient, peut-être, pour la construction de la chaudière, mais il y a des inconvénients graves pour les réparations. Quand vous avez des réparations à faire dans une chaudière en acier, qui prend tant soit peu la trempe, on ne peut en venir à bout. On fait une rivure à un certain point; elle éclate. Je considère cela comme pratiquement impossible. Nous avons eu, sous ce rapport, des difficultés inextricables, et cependant l'acier était assez doux. La seule manière vraiment pratique, c'est d'employer un métal qui, en réalité, n'est pas de l'acier, qui est très doux, qui ne prend pas la trempe.

M. Polonceau. Je crois que l'acier Martin, le métal homogène Martin et l'acier fondu au creuset suffisamment doux sont les meilleurs métaux pour les chaudières. Nous avions, à la Société autrichienne-hongroise, des machines en quantités considérables pour lesquelles on s'est servi de ces métaux. Nous n'avons jamais rencontré de difficultés; ces chaudières font un excellent service à tous les points de vue.

M. le Président. Il paraît que dans les tôles d'acier il se produit quelquefois des tensions de métal qui sont telles que des ruptures ont lieu.

M. Mayer. Dans la marine française, cela est parfaitement admis. La marine va toujours en abaissant le taux de résistance à la rupture par millimètre carré...

M. le Président. ...et augmente au contraire le coefficient d'allongement.

Nous sommes d'avis qu'on peut recommander l'emploi du fer fondu, comme on le nomme vulgairement, dans la construction des chaudières de locomotive.

M. Mayer. Il y a un autre avantage. Dans les feuilles de tôle de l'ancien procédé, il y avait une résistance toute différente en longueur et en largeur. Le sens du laminage n'avait pas le même allongement que le sens perpendiculaire et il fallait des efforts considérables pour obtenir des fabricants que cette différence fût peu élevée. Dans une tôle fondue, on a sensiblement le même coefficient d'allongement dans les deux sens. Ceci est précieux pour les rivets de la chaudière. Pour que la rivure travaille dans une bonne condition de résistance, il est important de n'avoir pas un allongement différent dans un sens et un autre dans un sens perpendiculaire.

M. le Président. N'a-t-on pas constaté que, dans une même tôle, suivant l'endroit où l'on prenait son échantillon, on arrivait à des résultats différents?

M. Mayer. Cela ne doit pas être admis.

M. le Président. Nous l'avons déjà constaté.

M. Henry. Les résultats sont très différents au point de vue de l'allongement surtout. Ils varient du simple au triple.

M. Parent. Dans la même tôle?

M. Henry. Oui. Pour qu'il en soit autrement, il faut que la tôle soit recuite avec beaucoup de soin, à assez haute température. Il faut atteindre le rouge-cerise clair.

M. Polonceau. Quand on fait les essais pour les bandages, les fabricants savent s'arranger pour fondre leur lingot de manière à obtenir la meilleure qualité du côté où l'on prend l'éprouvette; cette manière de procéder est fâcheuse.

M. Mayer. Il est facile de prescrire qu'il y ait dans les feuilles de tôle assez de largeur pour prendre en des endroits quelconques deux éprouvettes sans avoir de différence entre celles-ci.

M. le Président. Nous pouvons conclure que ce métal, fer ou acier, est de bon emploi dans la construction des chaudières; qu'il y a seulement lieu de s'assurer de l'homogénéité de la qualité des tôles.

M. Polonceau. Je demanderai qu'on mette : « acier fondu et métal homogène ».

M. Werchovsky (*Russie*). A la 1re section, quand on a discuté l'emploi de l'acier pour la construction des ponts métalliques, j'ai fait la même observation que je viens d'entendre, à savoir qu'il faut absolument spécifier la nature de l'acier dont on se sert. Il faut considérer si c'est un acier qui contient une quantité nécessaire de carbone pour la trempe ou si c'est un acier qui ne prend pas la trempe, de sorte que ce n'est qu'un fer fondu. Il a été démontré, dans la discussion, que l'emploi de l'acier ou de ce fer fondu est déjà très répandu, mais que l'on doit prendre des précautions. Toute la question consiste donc à connaître la nature même du métal et les précautions auxquelles on doit soumettre son emploi. Il serait très intéressant de profiter pour cela des expériences faites dans les diffé-

rents pays et d'avoir des renseignements sur les meilleures précautions à prendre et qui ont déjà été prises. Nous avons intérêt à être renseignés sur la fabrication des chaudières, de même que sur le travail des différentes parties des ponts métalliques. Je citerai, par exemple, le percement des trous. Ce travail est tout autre selon qu'on le fait avec du fer fondu ou simplement avec du fer.

Il serait bon que les chemins de fer qui ont fait des expériences à ce sujet pussent les communiquer à ceux qui ne sont pas dans le même cas. Je voudrais, comme je l'ai proposé à la 1re section, que cette question figurât à l'ordre du jour de notre prochain Congrès. Je veux parler des données à rassembler sur les meilleurs procédés de fabrication de ce métal et sur la façon la plus avantageuse de le travailler en l'appliquant au matériel des chemins de fer.

M. le Président. Croyez-vous qu'il soit utile d'examiner la question au point de vue de l'emploi? Je crois que nous sommes d'accord pour reconnaître que les tôles en métal fondu sont d'un travail plus facile dans les chaudronneries.

M. Mayer. Quand le métal est très doux.

M. le Président. Bien entendu. Nous partons de là.

M. Polonceau. On peut dire que l'emploi de l'acier doux et du métal homogène est très possible, mais qu'on doit prendre des précautions spéciales toutes les fois que l'on emploie de l'acier.

M. le Président. Au point de vue de l'emboutissage, vous arrivez à de

pour la prochaine session, de recueillir le plus de renseignements possible à cet égard. Nous donnerons donc suite au désir de M. Werchovsky et au vôtre.

Nous passons maintenant à la nature du métal à employer pour les foyers.

M. Polonceau. J'ai appliqué à la Société autrichienne-hongroise, en 1878, un foyer de locomotive de mon système qui était tout en acier Martin. La Compagnie du Nord autrichien avait un grand nombre de machines de manœuvres avec des foyers en acier. L'acier de mon foyer s'est bien comporté. Le ciel du foyer, la plaque tubulaire étaient en parfait état après sept ans de service ; il n'y avait de corrosions que sur les côtés, aux parties en contact avec le combustible, qui était de qualité médiocre.

M. Mayer. Je n'ai pas une grande expérience en matière de foyers en acier. Je crois qu'on n'en a pas construit beaucoup. Il doit se passer là, à un degré plus marqué, quelque chose d'analogue à ce qui se produit dans les chaudières proprement dites. Une des difficultés que présentent celles-ci, lorsque l'acier est vif, résulte des brusques différences de température. L'acier est un métal qui risque plus ou moins de prendre la trempe quand il est un peu carburé. Il subit soit une trempe complète, soit une trempe partielle suivant les différentes températures dès qu'elles sont un peu élevées.

J'ai attribué à ce fait l'échec qui est venu à ma connaissance de certains foyers en acier. Il existe là, dans les foyers plus encore que dans les chaudières, des différences brusques de température. Ces différences doivent tendre, lorsque l'acier est trop vif, à produire des trempes plus ou moins prononcées qui altèrent profondément les qualités générales de l'acier, notamment au contact du feu dans les parties basses.

M. Delebecque. Nous avons essayé des foyers en acier. Nous n'avons pas très bien réussi. Cet acier s'est altéré au bout d'un service beaucoup plus court.

Nous avons fait alors des expériences curieuses sur les causes auxquelles nous attribuions cette altération. Si vous prenez un barreau de cuivre d'une dimension déterminée et que vous le chauffiez à une température constante, un certain nombre de fois, ce barreau de cuivre ne revient pas tout à fait à sa dimension primitive. Il s'est dilaté d'une certaine quantité permanente. Si vous faites la même expérience avec l'acier, quelque doux qu'il soit, et avec le fer, vous arrivez à une déformation beaucoup plus grande. Après un certain nombre de refroidissements successifs, la matière se déforme. L'acier le premier, le fer ensuite et le cuivre en troisième

lieu. On peut expliquer ainsi que les foyers en acier et les foyers en fer, exposés directement à la flamme, durent moins longtemps que les foyers en cuivre. On arrive à des résultats variables suivant les Compagnies et suivant les sections de chemin de fer. La qualité des eaux et les incrustations ont une grande influence sur la durée des foyers, influence variant avec le métal employé. L'acier et le fer résistent moins bien que le cuivre, surtout quand il y a des incrustations. Voilà le résultat de nos expériences.

M. Riva. Il me semble que tout le monde est d'accord que les foyers d'acier durent moins longtemps que les foyers en cuivre. Mais la question est plutôt de savoir si l'on peut faire des foyers en acier à bon marché; s'il y a économie à adopter le système américain, c'est-à-dire à avoir des foyers en acier avec des tubes et des entretoises en acier ou en fer.

M. Polonceau. Cette question dépend de la qualité de l'eau, de la capacité du personnel et de la nature du combustible. On ne peut pas émettre à ce sujet une opinion générale.

M. Riva. Quand on voit un usage aussi répandu qu'il l'est en Amérique, il doit avoir des raisons d'être. Le cuivre sera toujours meilleur que l'acier comme qualité et comme durée. Il s'agit de savoir si l'emploi de l'acier est plus ou moins économique, s'il convient d'adopter ce système.

M. Polonceau. On ne peut pas donner de solution absolue. Celle-ci dépend des cas, comme je viens de le dire, de la nature du combustible, de la nature des tôles qu'on trouve à sa disposition, etc. Les tôles de fer et d'acier employées en Amérique sont d'une qualité toute spéciale.

M. le Président. Je crois qu'il n'y a que des expériences comparatives qui puissent nous donner une conviction à cet égard. Nous dirons donc que nous engageons à faire des essais pour qu'on se rende compte de la valeur relative des différents systèmes.

M. Banderali. Nous pouvons dire que le cuivre paraît mieux convenir d'une manière générale à la fabrication des foyers. Les expériences sur la valeur de l'acier ne sont pas encore assez concluantes, d'autant plus qu'il existe des qualités d'acier très différentes.

M. Riva. Il est intéressant que ces expériences soient continuées.

M. Polonceau. On a fait des essais de diverses formes de foyers ondulés, qui

n'ont pas donné dans les cas qui sont à ma connaissance de bons résultats. Il existe des foyers en cuivre ondulé. Ils ont été adoptés sous une forme ou sous une autre avec des tôles ondulées à amplitude plus ou moins grande. Cette construction, qui reporte sur le côté les pressions, a nécessité des renforcements des parois longitudinales de l'enveloppe du foyer.

M. le Président. Je crois que l'ondulation est surtout utile lorsqu'on fait emploi du fer. Vous avez une température différente du côté du foyer et du côté de l'eau ?

M. Polonceau. Un des inconvénients de l'ondulation, c'est que les tôles, dans ces conditions-là, travaillent inégalement. Elles ont une tendance à se fissurer longitudinalement. Mais l'expérience n'a pas encore été faite dans des conditions suffisantes.

M. le Président. A-t-on constaté que l'emploi des tubes en fer donne une production de vapeur moindre? La qualité de leur surface de chauffe est-elle meilleure ou moins bonne?

M. Henry. Avant 1882, les machines du Paris-Lyon-Méditerranée avaient toutes des tubes de laiton. Depuis cette époque, nous avons mis des tubes en fer sur un assez grand nombre de machines. Au point de vue de la production des chaudières, nous n'avons pas remarqué de différence.

Au point de vue de l'usure, les tubes de laiton s'usent assez régulièrement, tandis que les tubes de fer périssent par des piqûres locales. Il se produit, par l'extérieur, un commencement d'oxydation qui augmente en profondeur et perce le tube comme le ferait un poinçon. Cette oxydation commence parfois sous le tartre. Il se produit comme un chancre qui ronge le fer. Les uns attribuent ces piqûres à l'huile de graissage du régulateur. D'autres les attribuent à d'autres causes. Les causes sont sans doute multiples; en tout cas, elles sont encore peu connues.

La qualité des eaux paraît avoir une grande influence sur les résultats, bien que ceux-ci ne puissent pas s'expliquer chimiquement en raison de cette qualité. Ainsi, nous avons à Saint-Étienne des eaux presque chimiquement pures, qui ne donnent pas plus de deux centigrammes de résidu fixe par litre, et c'est à Saint-Étienne que nous avons le plus de tubes piqués. Nous en avons de Marseille à Aix qui sont très calcaires, que nous corrigeons plus ou moins par le carbonate de soude, et qui donnent lieu également à beaucoup de piqûres de tubes. Partout ailleurs, avec des eaux de pureté moyenne, les piqûres sont rares.

Ainsi donc, les eaux très pures ou les eaux très calcaires additionnées de carbonate de soude occasionnent beaucoup de piqûres, et les eaux ordinaires, très peu. Cela résulte nettement de notre expérience faite depuis plusieurs années et sur plusieurs centaines de machines, mais nous ne savons pas pourquoi il en est ainsi.

Les faits que je viens de vous signaler montrent, une fois de plus encore, combien il est difficile de dire que telle chose vaut mieux que telle autre; ici, les tubes de fer sont meilleurs que les tubes de laiton, et là c'est l'inverse. Quoique bien étendue et bien prolongée, notre expérience ne nous permet pas encore de prendre un parti définitif au sujet de l'adoption exclusive de l'un ou de l'autre métal.

M. Dieudonné. Il y a une raison théorique qui milite en faveur du laiton contre le fer : c'est que le laiton est moins oxydable. A égalité de conditions, il devra subir une altération moindre par le service. Nous avons dû retirer et remplacer des tubulures en fer.

M. Polonceau. En ce qui regarde la question des tubes en laiton et celle des tubes en fer ou en acier, on discutera jusqu'à la fin des siècles. L'emploi de ces métaux a passé depuis trente-cinq ans par quatre phases. On avait d'abord des tubes en fer : on les a abandonnés pour les tubes en laiton; puis on a repris les tubes en fer et en acier : on les a abandonnés pour les tubes en laiton; puis enfin actuellement les tubes en fer et en acier paraissent rentrer en faveur. Cela tient évidemment à ce qu'on a amélioré beaucoup la fabrication des tubes en fer et en

pagnies emploient, suivant les circonstances locales, indifféremment des tubes en fer, en laiton ou en acier, et en obtiennent de bons résultats.

M. le Président. ...suivant la fabrication. Nous avons fait les mêmes essais et nous avons eu des piqûres.

M. Polonceau. Je m'occupe actuellement d'essais avec des tubes à ailettes intérieures. Les inventeurs de ce système prétendent obtenir une augmentation de vaporisation. Comme tous les inventeurs, ils se vantent du résultat qu'ils ont atteint. Cette augmentation, disent-ils, ne sera pas moindre que 30 p. c. Si nous avons une petite augmentation de 4 ou 5 p. c., je serai déjà très satisfait.

M. le Président. Il y a vingt-cinq ans que cela a été essayé.

M. Polonceau. On peut diminuer, grâce aux ailettes, l'épaisseur des tubes.

M. Banderali. Cette invention serait toute récente.

M. le Président. A chacun le soin de faire ce qui lui convient suivant la position où il se trouve, tant au point de vue de la fabrication qu'à celui du prix.

M. Banderali. M. Cervini a signalé dans son rapport l'introduction de l'acier coulé dans la fabrication de certaines pièces, comme dans les entretoises des châssis. C'est une pratique qui paraît devoir s'étendre, quand la fabrication de l'acier coulé aura fait les progrès nécessaires. Le constructeur est à la merci du métallurgiste.

M. le Président. Personne ne demandant plus la parole, nous avons fini l'examen des différentes questions qui nous ont été soumises. Si vous avez quelque proposition à faire encore, quant aux questions à inscrire au programme du prochain Congrès, je vous demanderai de bien vouloir les formuler.

M. Mayer. Il y en a déjà beaucoup.

M. le Président. Je crois, en effet, qu'il y a de quoi nous occuper dans notre prochaine session.

M. le Président. Nos travaux sont terminés.

M. Polonceau. Je crois, messieurs, que vous serez tous d'accord avec moi pour remercier M. le Président de la manière brillante dont il a dirigé et conduit la discussion de notre section en y prenant la grande part que justifie bien sa haute compétence. (*Applaudissements unanimes.*)

Je vous propose de féliciter et de remercier également M. Banderali, notre honorable secrétaire. Nous avons été obligés quelquefois de ne pas partager tout à fait ses opinions; mais il les a toujours défendues d'une façon si aimable que nous éprouvions du regret de n'être point d'accord avec lui. (*Applaudissements.*)

M. le Président. J'ai été bien flatté, messieurs, d'avoir été appelé à l'honneur de vous présider, et je vous remercie, de mon côté, des sentiments de bonne camaraderie que vous avez bien voulu nous montrer dans toutes nos discussions.

M. Banderali. J'attribue, monsieur le Président, à ces bons sentiments de camaraderie l'extrême indulgence des membres de la section et je les remercie sincèrement.

M. le Président. Je vous dis à tous, messieurs, au revoir! (*Applaudissements.*)

Séance du 24 septembre 1887 (après midi)

PRÉSIDENCE DE M. BELPAIRE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BANDERALI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. CERVINI

La séance est ouverte à 1 heure 1 2.

M. le Président. La parole est à M. Banderali pour donner lecture du rapport relatif aux trois premières parties du littéra *A* de la question des locomotives.

M. Banderali donne lecture de ce rapport.

— La section s'y rallie sans observations. Il sera lu en séance plénière.

DEUXIÈME PARTIE :

Littéra A. — 4°

DE L'ADHÉRENCE DES ROUES DES LOCOMOTIVES

Séance du 19 septembre (après midi)

PRÉSIDENCE DE M. BELPAIRE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BANDERALI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. LE CHEV. G. SILVOLA

M. le Président. Nous abordons la discussion de la quatrième partie du littéra *A* de la question des locomotives, ainsi conçue : *De l'emploi du jet d'eau ou de vapeur pour augmenter l'adhérence des roues.*

La parole est à M. Silvola, ingénieur, chef de section principal de la traction des chemins de fer de la Méditerranée (Italie), pour faire l'exposé de cette partie de la question.

M. Silvola donne lecture de l'exposé rédigé par lui et publié dans le *Bulletin* (1).

M. le Président. L'exposé de M. Silvola fait avec beaucoup de raison, à mon avis et à celui de nombre de personnes, le procès au sable. C'est un peu un moyen brutal et très fâcheux pour l'entretien du matériel.

M. Polonceau. Il me semble que ce système a été adopté dans le temps en Amérique. On l'a abandonné à la suite d'une série d'expériences. En Autriche, l'eau a été essayée sur diverses lignes. Je ne sais pour quelle raison on y a renoncé après un certain temps. Sur les lignes à rampes très fortes, il est évident qu'on cherche à utiliser l'adhérence des roues jusqu'au maximum possible et qu'on arrive alors au patinage, dès que les rails sont un peu humides. Sur ces lignes, il est

(1) Voir vol. I, n° 7, juillet 1887, 2e fasc., p. 341.

nécessaire de faire usage de systèmes particuliers pour augmenter l'adhérence, soit à l'aide de sable, soit d'autre manière. Je me demande si, en hiver et spécialement dans les contrées septentrionales, l'eau qui viendra à tomber des locomotives ne gèlera pas et ne formera pas, à côté des rails, des masses qui présenteraient des inconvénients.

M. le Président. M. Silvola vient de nous dire que, sous ce rapport, il n'avait pas rencontré de sérieux inconvénients.

M. Polonceau. M. Silvola parle des économies réalisées par la suppression du sable. Je ne crois pas qu'il ait parlé de l'augmentation de dépense occasionnée par l'emploi de l'eau.

M. Silvola. Je dis dans mon exposé que la Compagnie des chemins de fer de la Haute-Italie dépensait avec le sable, sur la section entre Pontedecimo et Busalla, une somme annuelle de 20,000 francs. En employant l'eau et la vapeur, elle n'a plus dépensé que 2,500 francs. L'économie a donc été de 17,500 francs par an.

M. Polonceau. Il faut tenir compte de la quantité d'eau qu'il est nécessaire d'avoir en plus dans le tender, et par conséquent du poids mort que vous transportez. C'est là une considération qu'il ne faut pas négliger, il faut tenir compte de toutes les dépenses.

M. le Président. La quantité d'eau est relativement faible.

M. Dieudonné. Le chiffre de 40 litres d'eau par minute qui est indiqué corres-

demande beaucoup de soin. Il faut sécher le sable, le distribuer. Ce n'est pas une petite affaire.

M. Cornetti (*Italie*). Nous avons à Pontedecimo trois hommes le jour et trois la nuit qui sont chargés de prendre le sable et de le mettre dans des coffres.

M. le Président. Je crois que l'action, sur la machine, du sable qui s'étend sur les rails, doit être très mauvaise, à cause des chocs qu'elle produit. On a trouvé qu'un rail parfaitement lavé présentait plus de résistance qu'un rail sec. Il faut dégraisser pour ainsi dire les rails.

M. Cornetti. Nous avons l'expérience du Gothard, qui se trouve dans les mêmes conditions que nos tunnels. Partout on demande de substituer l'eau au sable. Les rails sont couverts de matières graisseuses par suite de la fumée et de l'huile qui s'y déposent. On emploie l'eau avec beaucoup de succès pour laver les rails et procurer ainsi une plus grande adhérence aux roues des locomotives.

M. Banderali. Chacun sait quelle est l'importance du sable dans le service de la traction. M. Cornetti nous a dit le nombre d'hommes qu'il est forcé d'employer pour charger le sable dans des coffres. Les installations qu'on est obligé de faire pour sécher le sable, pour le faire parvenir du point de production au point d'emploi, entraînent une dépense considérable. Il me semble que l'intérêt de l'emploi de l'eau dans des conditions rationnelles et suffisamment suivies est évident. Si l'on pouvait arriver à des résultats satisfaisants, ne fût-ce que dans les cas exceptionnels de rampes fortes ou de tunnels prolongés, on y trouverait des avantages marqués. On pourrait formuler le vœu que les expériences commencées dans ce sens fussent prolongées. Il y a là une question fort intéressante. Les renseignements que M. Silvola a résumés nous permettent de croire que les résultats obtenus ne sont pas seulement économiques au point de vue de l'emploi spécial de l'eau, mais qu'ils sont également avantageux au point de vue de l'exploitation, puisqu'ils suppriment une masse d'impedimenta gênants.

M. Mayer. Comment fait-on quand l'eau gèle?

M. Silvola. Nous employons ce système sur une ligne où il y a une température assez élevée pour ne pas avoir à craindre la gelée.

M. Cornetti. Sur le Gothard, où il y a de grands froids, on l'applique toute l'année.

M. Henry. Quand même l'emploi de l'eau mélangée de vapeur pour laver les rails serait plus commode que l'emploi du sable, on ne peut condamner le sable en principe, parce qu'on peut être obligé, si l'on emploie l'eau chaude, de réduire la charge des trains en raison de la vapeur dépensée par la machine pour chauffer cette eau, et il suffirait d'une réduction assez faible pour que, sur les lignes à fort trafic, où l'on a intérêt à utiliser toute la puissance de la machine, les avantages de l'eau chaude disparussent devant ses inconvénients. Ces inconvénients n'ont pas partout la même gravité. Il existe des lignes où ils n'en auraient aucune.

M. le Président. M. le rapporteur a rencontré en partie votre observation. Il dit que lorsqu'on n'emploie pas le sable, on a moins de vapeur à dépenser pour la traction.

M. Henry. Mon objection tomberait si l'on pouvait chauffer l'eau d'arrosage avec de la vapeur d'échappement. Ce n'est peut-être pas impossible. Il faut d'ailleurs laver les rails en grand pour empêcher le patinage.

M. Silvola. On pourrait peut-être employer le même système que sur le Gothard, c'est-à-dire laver les rails même en descendant les pentes.

M. Cornetti. Je ne me rappelle pas les chiffres, mais je sais que la consommation de vapeur est minime par rapport à la consommation totale sur la ligne.

M. Polonceau. Je proposerai la conclusion suivante :

« L'emploi du sable pour augmenter l'adhérence a l'inconvénient d'augmenter en même temps la résistance au roulement. Les essais faits pour son remplacement

M. le Président. Dans les pays du Nord, le froid pourrait empêcher d'avoir recours à l'eau.

Séance du 20 septembre (matin)

PRÉSIDENCE DE M. BELPAIRE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BANDERALI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. LE CHEV. G. SILVOLA

M. le Président. Ne pourriez-vous, monsieur Banderali, prendre au moins les points principaux de vos rapports achevés? Un résumé nous suffirait.

M. Banderali donne lecture de son rapport sur le 4e du littéra *A* : *Adhérence des roues.*

Ce rapport se termine comme il suit :

. . . . . .

« La dépense occasionnée par l'emploi de l'eau semble présenter une sérieuse économie par rapport à celui du sable, en tenant compte de toutes les circonstances de l'essai; si bien que la Compagnie de la Méditerranée est convaincue de sa supériorité et l'adopte définitivement.

« Il faut remarquer, d'ailleurs, que l'usage n'en est nécessaire que sur certains points spéciaux et pour certains trajets assez courts; on pourrait, au lieu de se servir pour l'injection d'une vapeur si utile à la puissance de la machine, aux points où l'adhérence est insuffisante, consacrer tout ou partie de la vapeur inutile de l'échappement à ce surcroît de travail imposé à la machine, déjà si chargée.

« *En résumé, il a paru résulter de la discussion que, en présence des inconvénients si connus de l'emploi du sable pour donner de l'adhérence aux roues des locomotives, et des résultats heureux d'expériences récentes (réseau méditerranéen, Gothard, etc.), il y a grand intérêt à continuer et à étendre les essais de l'emploi du jet d'eau, qui ont déjà réussi dans certains cas particuliers.* »

M. Delebecque. Je crois que M. le rapporteur a dit qu'il serait utile d'employer la vapeur d'échappement?

M. Banderali. M. Henry, à la fin de notre discussion, a dit qu'on pourrait

peut-être, en présence de la dépense supplémentaire de vapeur, qui est un inconvénient du système, utiliser la vapeur d'échappement perdue dans l'atmosphère et employée en partie, dans certaines machines, pour l'injection de l'eau dans la chaudière.

M. Delebecque. Une observation : lorsque la machine patine, c'est quand elle produit une grande force, quand elle est à son maximum de puissance. Dans ce moment, on se sert de la vapeur d'échappement pour activer le tirage de la machine, et on ne pourra guère en faire un autre usage.

M. Banderali. C'est une indication seulement d'un moyen à essayer.

M. Delebecque. Il ne faut pas insister là-dessus. Dans le moment où les machines patinent, elles ont besoin de toute leur puissance, de toute leur production de vapeur, de tout l'effort de leur échappement.

M. Henry. Pardon! Si la machine patine, c'est que la puissance est déjà supérieure à l'adhérence, et il devient inutile de l'augmenter encore.

M. Delebecque. Elle patine quand elle travaille beaucoup, c'est-à-dire en montant une rampe.

M. Henry. Nous pouvons citer un chiffre. Il suffirait de prendre un sixième de la vapeur d'échappement pour chauffer à la température à laquelle elle se trouve dans la chaudière toute l'eau consommée par celle-ci. Il n'est pas besoin d'atteindre cette température; il suffit d'aller à 80 degrés au maximum pour laver les rails. Ce n'est donc pas un sixième de la vapeur qu'il faudrait prendre, c'est beaucoup moins, car la quantité d'eau à chauffer doit être moins considérable que celle qui est nécessaire pour l'alimentation proprement dite de la machine. D'ailleurs, ce n'est qu'une indication que je donne. Je ne voudrais pas que le compte rendu pût laisser croire autre chose.

M. Banderali. Je ne donnerai qu'une indication. On pourrait, au lieu d'user pour l'injection de la vapeur si utile à la machine, employer la vapeur inutile de l'échappement.

M. Henry. Voulez-vous ajouter « peut-être » ?

M. Delebecque. Il ne faut pas être trop affirmatif sur ces choses, dont nous ne sommes pas certains.

M. Banderali. Les mots « peut-être » seront introduits dans la phrase dont il s'agit.

— La section adopte sans observations les autres parties du rapport de M. Banderali. Il sera lu en séance plénière.

TROISIÈME PARTIE :

Littéra B

RÉPARATION DES LOCOMOTIVES DANS LES DÉPOTS

Séance du 19 septembre (après midi)

PRÉSIDENCE DE M. BELPAIRE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BANDERALI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. LE CHEV. G. SILVOLA

M. le Président. Nous passons à l'examen du littéra *B* de la question IX, ainsi conçu : *Jusqu'à quelle limite convient-il d'exécuter dans les dépôts les réparations des locomotives?*

La parole est à M. Silvola, pour faire rapport sur cette partie de la question.

M. Silvola donne lecture de l'exposé rédigé par lui et publié dans le *Bulletin* (1).

M. le Président. D'après le rapport de M. Silvola, plusieurs opinions se sont fait jour.

M. Mayer. Il y a une question qui n'a pas été touchée dans le rapport.

(1) Voir vol. I, n° 7, juillet 1887, 3e et dernier fasc., p 401.

Il existe, dans les Compagnies de chemins de fer, deux systèmes différ relativement au recrutement des mécaniciens : l'un, qui prend des mécanici ouvriers pouvant contribuer à la réparation de leurs machines, l'autre, qui recru des mécaniciens non ouvriers, ne pouvant pas faire eux-mêmes les réparatio Quand un mécanicien est ouvrier et peut travailler à sa machine, il fait les rép rations dans les dépôts. Je crois que tout le monde est d'accord sur ceci : c'e qu'il y a de petites réparations à faire dans les dépôts; on ne diffère que s l'importance plus ou moins grande à leur donner. Les grandes opérations se fo dans les ateliers. Il est essentiel de tenir compte de cette différence dans le mo de recrutement des mécaniciens.

M. Polonceau. La question est très complexe. Elle varie suivant l'organisati de la Compagnie et suivant la situation des dépôts. Quand un dépôt de locomotiv se trouve très éloigné de l'atelier principal, on a intérêt à faire les réparations d'u certaine importance dans ce dépôt, pour n'avoir pas de transports considérabl Si le dépôt se trouve à côté d'un grand atelier, il n'est pas nécessaire d'augment l'importance des travaux qui y sont faits. En général, il est utile de pouvoir fai des réparations aux machines locomotives dans les dépôts. Régulièrement, l gros travaux de chaudronnerie et autres se font à l'atelier. Il s'est présenté à l Compagnie d'Orléans, il y a une vingtaine d'années, une certaine circonstance o nous avons eu une série de locomotives dont les cylindres étaient ébranlés. Il fallu les consolider rapidement. On a fait ces travaux de consolidation ass importants dans un grand nombre de dépôts en même temps.

M. le Président. Il y a un système qui a été suivi en France sur la lig Paris-Lyon-Méditerranée : c'est d'avoir un certain nombre de pièces de rechang qui sont envoyées de l'atelier central pour les mettre aux machines. Ce procé a-t-il donné de bons résultats? Est-il à adopter?

M. Mayer. Il y a là quelque matière à discussion.

M. Delebecque. Nous sommes tous d'accord sur ce fait qu'il faut limiter travail des dépôts à ce que nous appellerons des réparations d'entretien. Quand travail sérieux doit être fait à une machine, il est préférable de l'envoyer dans atelier, où elle est mieux surveillée et où la réparation peut être faite plus écon miquement avec des machines-outils plus perfectionnées. Voici ce qui se passe Nord : on réserve aux petits dépôts les travaux d'entretien pur et simple. Dans dépôt comme celui de Creil, qui entretient 133 machines, et qui travaille pour l

pôts de Beauvais et de Clermont, ce travail est un peu intermittent. A certains jours, il arrive beaucoup de machines en petit entretien. On change des roues, on répare des bielles. Mais à d'autres jours, il n'y a pas de machines en entretien courant. Pour occuper le personnel, on réserve dans le dépôt une machine en réparation, à laquelle on travaille à ces moments-là. Le prix de revient de ces travaux est parfois assez élevé.

M. Polonceau. Qu'appelez-vous entretien ?

M. Mayer. C'est une définition assez difficile à donner. La règle qui est suivie à la Compagnie d'Orléans et qui, dans une certaine mesure, est adoptée par beaucoup de Compagnies, c'est que l'on envoie à l'atelier principal les pièces d'une locomotive qui ont besoin d'être réparées. Elles en sont renvoyées ensuite, après réparation, au dépôt des locomotives. Dans ces conditions, le travail se fait plus rapidement. Quand une machine arrive dans un atelier, elle vient prendre son tour de réparation. Dans le dépôt, elle est réparée immédiatement.

M. le Président. Voici le système que nous avons adopté en Belgique et dont nous nous trouvons assez bien : à chacun de nos chefs de service, nous avons donné un atelier central, afin de le rendre responsable de tous les travaux qu'il commande et de l'entretien de ses machines. Puis, il a un certain nombre de dépôts qui sont plus ou moins outillés. Il a été convenu que les chefs de service ne feraient, dans ces dépôts, que des travaux limités à un certain nombre de journées d'hommes. Du moment où l'importance du travail le comporte, ils sont tenus de renvoyer les machines au dépôt central. Comme vous le disiez tantôt, lorsque ces petits ateliers secondaires ont à exécuter un travail au-dessus de leurs forces, la machine à réparer est envoyée à l'atelier central, qui la réexpédie au dépôt.

M. Polonceau. Je crois qu'il est bien difficile d'établir une ligne de démarcation. Il faut avoir égard aux circonstances locales.

M. Mayer. Les machines-outils dans les dépôts ne sont pas, en général, de grandes machines. On doit craindre deux choses : les réparations dans les dépôts risquent de n'être pas aussi économiques que dans les grands ateliers ; elles peuvent s'étendre aussi plus qu'il n'est nécessaire. Quand l'atelier reçoit une machine qui a besoin de réparations, il est enclin à dépasser la quantité de travail qu'on lui demande et à faire davantage. Voilà les deux grands écueils entre lesquels il faut louvoyer et tracer une ligne de démarcation.

M. le Président. Il est essentiel de maintenir le matériel intact et de ramener le travail principal dans un seul atelier. Si l'on abandonnait les réparations aux différents chefs d'atelier, on finirait par avoir une véritable carte d'échantillons.

M. Mayer. Il doit être absolument interdit de rien changer au matériel.

M. le Président. Nous pourrions dire qu'il convient que, pour tout service de traction, il y ait un atelier central de fortes réparations; qu'à côté de cet atelier, il convient d'avoir certains dépôts secondaires où l'on doit pouvoir changer les roues et faire d'autres travaux de peu d'importance; qu'en troisième lieu, il doit y avoir des dépôts qui ne doivent être considérés que comme des remises de machines où il n'est pas nécessaire d'avoir un atelier quelconque.

M. Mayer. Je crois que l'interdiction absolue de rien faire dans un dépôt va trop loin. On est obligé de faire des réparations, même dans les petits dépôts.

M. le Président. Avec le roulement des machines, on peut toujours les ramener en temps utile pour faire les quelques petites réparations que vous indiquez là.

M. Mayer. Voici une machine qui arrive un soir et doit repartir le lendemain matin. On peut, dans la nuit, remplacer une pièce qui a été cassée, un boulon, pourvu qu'on ait au moins un petit tour. Si vous n'avez pas cette ressource, qu'arrivera-t-il? Vous devrez avoir des pièces de rechange nombreuses ou vous renverrez la machine à l'atelier avec un grand parcours pour une petite réparation. L'interdiction d'avoir aucun moyen d'action dans les petits dépôts irait trop loin.

M. le Président. Cela ne peut pas s'appeler atelier ni dépôt. Ce sont des remises.

M. Mayer. Y a-t-il un tour?

M. le Président. Oui. On peut y rafraîchir un boulon. Ce travail est fait par un homme intelligent.

M. Dieudonné. Au chemin de fer de l'Est, nous nous trouvons en présence d'un atelier central général, de dépôts de premier et de second ordre, ayant un outillage plus ou moins important, et de séries de dépôts sans aucune espèce d'outillage.

M. le Président. Je crois que c'est un peu la règle que l'on a adoptée partout. Nous pourrions indiquer que cette solution est la plus convenable.

M. Banderali. Je demanderai la permission de dire un mot d'une question qui se rattache à celle de l'entretien des locomotives dans les dépôts plus ou moins importants. Faut-il encourager par des primes les mécaniciens à conserver en service pendant le plus long temps possible la machine qui leur a été confiée? C'est une question importante. Il semble qu'il y ait intérêt à laisser prolonger presque indéfiniment le service d'une machine, si le mécanicien réussit à la conserver en marche avec de petits entretiens. Je ne sais pas si la statistique n'établit point qu'il arrive un moment où il devient nuisible aux frais d'entretien de la machine de prolonger son service, même en donnant une prime au mécanicien. J'ai eu l'occasion, en relevant l'historique de 174 machines d'un même type livrées entre 1872 et 1879, qui ne sont pas vieilles, de faire quelques relevés statistiques qui prouvent que, pour chaque type de machine, il y a un maximum de parcours, qu'il est intéressant de ne pas dépasser entre deux grandes réparations, si l'on ne veut accroître beaucoup le prix kilométrique d'entretien de la locomotive. En effet, si l'on ajoute l'importance des frais d'entretien et de grandes réparations, on arrive à trouver une somme qui s'accroît à mesure que la machine reste plus longtemps en service sans entrer en grande réparation. Pour le lot dont je parle, j'ai trouvé que la machine qui ne dépassait pas un parcours de quatre-vingt-dix mille kilomètres sans entrer en grande réparation avait donné lieu, en somme, au coût d'entretien kilométrique le moins élevé. Au-dessus et au-dessous de ce parcours, l'entretien kilométrique est plus coûteux. Ce maximum n'est pas difficile à déterminer. On encourage les mécaniciens à conserver le plus longtemps possible les machines en service; poussé trop loin, ce système peut, en définitive, être moins avantageux qu'on ne le croit au point de vue des dépenses d'entretien : la durée raisonnable du service entre deux réparations peut être déterminée pour un type de machine par des recherches du genre de celles que j'ai faites.

M. Mayer. On peut répondre que le mécanicien, quand il a une prime qui se continue aussi longtemps, ne laisse pas entrer sa machine à l'atelier; il fait tous ses efforts pour empêcher une grande réparation; il pousse le plus qu'il peut à faire l'entretien courant. Mais, comme l'a dit M. Banderali, il est certain que cela comporte une limite raisonnable qu'on ne doit pas franchir. Du moment où vous limitez la nature des réparations à faire dans un dépôt, vous êtes certain que le moment psychologique ne sera pas dépassé. Là se trouve la solution : autoriser les réparations dans les dépôts jusqu'à une certaine limite raisonnable. Moyennant cette obligation, la machine sera envoyée forcément à l'atelier, en temps utile.

M. le Président. Je ne partage pas votre manière de voir. Laisser une appréciation de ce genre à la discrétion des mécaniciens, c'est assez dangereux.

M. Mayer. C'est le chef du dépôt qui est juge, et pas le mécanicien. Le chef du dépôt ne permet pas qu'on fasse des réparations abusives.

M. le Président. Un frein, par exemple.

M. Mayer. Je n'admets pas la réparation des freins continus dans les dépôts, au moins en ce qui concerne les appareils contenant l'air comprimé.

M. le baron Prisse (*Belgique*). Dans la pratique, il existe à cet égard un correctif qui consiste en ce que la machine doit continuer un service régulier, qu'elle ne doit pas donner lieu à des arrêts ou à des retards. Sur la plupart des lignes, il y a aussi une prime de régularité; il y a une prime pour la moindre consommation en combustible; par conséquent, quand les machines sont dérangées, on s'en aperçoit vite : la régularité de marche est troublée ou la consommation devient anormale. Le machiniste n'a pas seulement intérêt à prolonger le parcours; nous accordons la prime pour la régularité de marche et pour l'économie de combustible. Là se trouve un remède tout simple.

M. Lenz (*Autriche-Hongrie*). M. le baron Prisse vient de présenter les observations que je voulais faire. Sur le chemin de fer du Nord, en Autriche, les mécaniciens ont des primes par nombre de kilomètres parcourus avant que les machines rentrent dans les ateliers de réparation. Ils perdent ces primes quand ils arrivent trop tard. D'autre part, ils ont une prime pour le combustible et pour le graissage. Il est donc de leur intérêt de ne pas permettre que les machines restent trop longtemps sans être réparées. Jusqu'à présent, nous sommes très contents de ce système. Nous voyons qu'il existe réellement une rivalité entre les mécaniciens pour avoir une prime après un certain nombre de kilomètres parcourus.

M. le Président. Quand on consulte les fonctionnaires qui se trouvent à la tête des ateliers centraux, on constate qu'ils sont généralement d'un avis contraire. Ils trouvent que les machines qui ont été surmenées par un tas de petits moyens exigent des réparations beaucoup plus importantes.

M. Delebecque. Il y a des difficultés assez considérables à donner ces primes. Il y a des arrêts de machine qui ne dépendent pas du mécanicien. Une machine est menée par un bon mécanicien; un bandage se casse; cette machine a fait

70,000 kilomètres. Voilà un mécanicien qui perd sa prime par suite d'un accident extraordinaire.

M. Polonceau. Il y a une confusion dans la question de l'entretien des machines. Le parcours de la machine qui rentre à l'atelier est suspendu; il n'est pas arrêté. A la Compagnie d'Orléans, les réparations de chaudronnerie ne sont pas au compte des mécaniciens. Du moment où la chaudière est en mauvais état, le machiniste le signale; il n'a aucun intérêt à ne pas le faire, bien au contraire.

M. Delebecque. Sa prime continue à courir?

M. Polonceau. Il est certain de continuer le parcours de la machine jusqu'à la limite possible en ne la laissant pas en mauvais état. Dès que la machine est en mauvais état, elle doit rentrer.

M. Banderali. Du relevé que j'ai fait, il résulte que certaines machines, provenant d'un lot de 10 machines qui ont été réparées après des parcours de 100,000 kilomètres, coûtaient, comme entretien total kilométrique, beaucoup plus cher qu'un lot de 12 machines semblables, pour lesquelles l'entrée en grande réparation a eu lieu après des parcours de 89,000 kilomètres.

M. Delebecque. Il n'y a pas intérêt à pousser l'usure de la machine jusqu'à l'extrême.

M. Polonceau. On a eu des statistiques qui ont prouvé de la manière la plus claire que si les machines restaient trop de temps sans entrer en réparation, c'est-à-dire si on les maintenait en service en mauvais état, la dépense de réparation était plus considérable.

M. Banderali. C'est ce que je dis. Mais je parle, bien entendu, de la dépense kilométrique totale, *entretien courant* et *grande réparation*.

M. Mayer. La solution se trouve dans l'action qu'on donne aux chefs de dépôt. Ils sont chargés du bon état des machines. Ils les dirigent. Le point jusqu'où il est utile de faire des réparations dans un dépôt ne peut être dépassé, par la raison que l'intérêt du chef de dépôt n'est pas le même que celui du mécanicien.

M. Parent. Nous pensons qu'il est économique de laisser circuler les machines aussi longtemps que possible ; c'est pourquoi, dans notre administration, les chefs de dépôt reçoivent une prime de parcours proportionnelle à celle des mécaniciens.

M. le Président. Alors, le chef du dépôt et le mécanicien sont d'accord pour tâcher de prolonger le plus possible cette existence.

M. Parent. Nous n'avons pas trouvé d'inconvénient à cela ; d'ailleurs, le correctif se trouve dans l'application d'une retenue élevée, pour le chef de dépôt comme pour le mécanicien, lorsque les accidents de machine causent à un train un arrêt supérieur à 15 minutes, quelle qu'en soit la cause.

M. Polonceau. Nous avons un personnel d'employés qui sont constamment sur les machines. Si une machine est dans une situation anormale, ils le signalent immédiatement. Je crois qu'on peut dire qu'il ne faut pas laisser en parcours une machine qui n'est pas en bon entretien. Cela dépend souvent de la catégorie. Il y a telle catégorie qu'il faut faire rentrer après 90,000 kilomètres; telle autre après 110,000. Une machine qui travaille en remorquant 30 p. c. au-dessous de sa charge normale aura moins besoin d'entrer en réparation qu'une autre qui travaille au maximum utile de sa force.

M. le Président. La consommation du combustible est un excellent moyen de connaître l'état où se trouve la locomotive.

M. Polonceau. Nous avons un contrôle indépendant du personnel intéressé aux primes.

M. Mayer. Vous avez deux éléments de sécurité : il y a l'intérêt du mécanicien à cause des hautes primes, puis l'intérêt de la surveillance, qui n'est pas le même que celui du mécanicien. Au moyen de ces deux termes, on arrive certainement, en pratique, à réaliser un bon entretien des machines.

M. Polonceau. Je crois qu'il faudrait revenir à la question principale et remettre celle-ci jusqu'à l'examen de la question des primes. Cet objet reviendra alors tout naturellement, puisque nous avons un article spécial relatif aux primes.

M. Dieudonné. Au point de vue du service général à rendre par une machine, il me semble qu'il y a intérêt, comme l'a dit M. Polonceau, à pousser la machine, avant la rentrée au grand atelier, jusqu'à sa dernière limite de service. Une machine livrée neuve rentre généralement la première fois pour le remplacement de la plaque tubulaire. Il y a intérêt à pousser cette première période de service jusqu'au moment où l'épaisseur du foyer étant devenue trop mince, on risque d'avoir des fuites et des pertes de temps. Je crois qu'il faut atteindre cette limite. Ce n'est pas surmener la machine que d'arriver à raser cette limite de très

près. Quand la machine rentre au grand atelier, jamais elle n'en sort sans un chiffre élevé de réparations.

En ce qui concerne la consommation du combustible, je crois devoir dire que, dans bien des cas, les machines déjà anciennes produisent un travail économique, à condition que certains organes, tels que segments de piston, tiroirs, soient tenus en bon état d'entretien. Nous ne constatons pas alors une différence marquée entre une machine qui a fait un long trajet kilométrique et celle qui vient de sortir de grande réparation.

M. le Président. Il arrive un moment où la consommation augmente dans des proportions considérables.

M. Kossuth (*Italie*). Nous donnons au machiniste deux primes dont l'effet est contradictoire : une prime d'économie de combustible, qui le pousse à désirer une machine neuve; une prime de bonne manutention de la machine, qui l'aide à maintenir une vieille machine, moins utile au point de vue du combustible.

Je ne dis pas qu'il faille supprimer la prime donnée au mécanicien pour maintenir sa machine en circulation après un certain parcours. Mais il ne faut pas en exagérer l'importance. C'est un petit moyen qui stimule le machiniste honnête.

M. le Président. Ne pensez-vous pas, monsieur Kossuth, que cela prendrait mieux sa place lorsque nous discuterons les primes?

M. Polonceau. Je vais vous présenter une solution pour terminer. Je propose de dire : « Les grandes réparations, ainsi que des modifications aux locomotives, doivent être faites dans les ateliers principaux. Les ateliers de dépôts, suivant les conditions d'exploitation, peuvent entreprendre des réparations de moyenne importance. »

M. le Président. Est-ce que « moyenne importance » n'est pas déjà fort?

M. Polonceau. Moyenne et petite.

M. le Président. Si vous mettiez « réparations courantes »?

M. Banderali. D'entretien courant.

M. Polonceau. « Les dépôts doivent se borner *en général* aux réparations d'entretien courant. »

M. le Président. Vous pouvez dire qu'ils doivent être outillés de façon à exécuter les petits travaux.

M. Banderali. Je préparerai une rédaction qui donne satisfaction à tout le monde.

Séance du 20 septembre (après midi)

PRÉSIDENCE DE M. BELPAIRE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BANDERALI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. LE CHEV. G. SILVOLA

M. Banderali. Je viens de rédiger rapidement le rapport sur les réparations dans les dépôts. Je vous demande la permission de vous le lire avant de le présenter à l'assemblée plénière du Congrès. (*Adhésion.*)

Vous remarquerez que je n'ai pas parlé dans ce compte rendu d'une question que j'avais soulevée incidemment : celle du moment où l'on doit faire entrer les machines en réparation. Je crois que ce point sera mieux placé dans le rapport relatif à la question des primes.

— La section adopte sans observations le rapport de M. Banderali. Il sera lu en séance plénière.

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE

PREMIÈRE PARTIE :

Littéra A. — 1°, 2° et 3°

DE LA SUSPENSION, DU PRINCIPE COMPOUND ET DE LA NATURE DU MÉTAL

Séance du 24 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. LE COMM. BRIOSCHI

M. le Président. La parole est à M. Banderali, pour faire rapport sur les trois premiers points du littéra *A* de la question IX.

M. Banderali. Ces points sont ainsi définis :

« A. *Quelles sont les meilleures conditions de construction des locomotives, notamment au point de vue :*

« 1° *De l'influence de la suspension sur les dépenses d'entretien;*

« 2° *De l'application du principe compound;*

« 3° *De la nature du métal à employer pour les chaudières, les tubes à fumée, les entretoises, etc. ?* »

L'exposé de cette intéressante partie de la question, mais dont le champ est bien vaste, a été fait par M. Cervini, ingénieur, chef de section principal du matériel des chemins de fer de la Méditerranée (Italie).

Cet exposé a servi de base à quelques échanges d'observations entre les différents membres de la section, car la discussion n'a pu être approfondie dans tous ses détails. Les questions, d'ailleurs, sont pour la plupart à l'étude.

Ainsi, la discussion sur le premier point, relatif à l'*influence de la suspension sur les dépenses d'entretien*, a fait ressortir que l'opinion de la majorité était que l'emploi des balanciers, dans la suspension des locomotives, était une pratique qui devait donner des résultats satisfaisants. Et, malgré quelques avis différents, reposant sur des expériences faites avec grand soin, il a semblé qu'il n'y avait pas lieu de décourager les partisans du système des balanciers.

La section a pensé qu'elle pouvait résumer son opinion en disant que : *L'application des balanciers paraissait très intéressante au point de vue du roulement des machines sur les voies ferrées, qu'il n'y avait nullement lieu d'en déconseiller l'emploi, et qu'en pratique elle semblait avoir donné, dans beaucoup de cas, de bons résultats.*

Sur le deuxième point, — *l'application du principe compound*, — le principal intérêt de la discussion était la partie historique, c'est-à-dire la constatation de l'état de cette question, qui est encore nouvelle, et presque partout dans la période des essais.

Le principe compound consiste à demander à deux, trois ou quatre cylindres de diamètre différent, et fonctionnant dans des conditions de pression et de travail différentes, le travail qu'on est habitué à demander à deux cylindres, de dimensions et de fonctions identiques.

Je n'entre pas dans l'explication ni dans la description détaillée des diverses combinaisons essayées, ce qui nous entraînerait beaucoup trop loin; mais il faut dire qu'un grand nombre d'ingénieurs, depuis une dizaine d'années, se sont voués à la solution du problème. Parmi eux, il serait injuste de ne pas citer MM. Webb et Worsdell, ingénieurs anglais; des ingénieurs de France, que la question intéresse, attachés aux diverses Compagnies du Nord, de Paris-Lyon-Méditerranée, de l'Ouest, d'Orléans; ceux du Hanovre, de la Russie (M. Borodine), des Indes, etc. Enfin, parmi ces noms, il en est un qu'il ne faut pas oublier, celui de M. Mallet, aux études duquel il faut toujours revenir quand il s'agit des locomotives compound.

Dans la discussion, nous nous sommes attachés à constater que :

Aujourd'hui, certains essais faits sur plusieurs lignes de chemins de fer font espérer que le système compound permettra de réaliser des économies sur la consommation de combustible. Les résultats obtenus au point de vue de la diminution de la dépense générale ne peuvent être encore fixés, et la section ne peut que proposer de considérer la question comme ouverte, et de la remettre au prochain Congrès.

Reste enfin le troisième point, relatif *à la nature du métal à employer pour les chaudières, les tubes à fumée, les entretoises, etc.*

Ici, le sujet était un peu plus vaste encore. Heureusement que nous l'avons abrégé, en considérant que la plupart des points dépendaient de conditions tellement différentes, qu'il était impossible d'établir une règle générale.

Néanmoins, le rapporteur a attiré notre attention sur la nature du métal qu'il convient d'employer dans la construction des chaudières.

L'éternelle question de l'emploi de l'acier ou du fer menaçait de se rouvrir; mais, devant le danger de développements qui nous auraient entraînés très loin, nous avons pensé que la discussion devait être arrêtée. Le principe primordial du choix d'un métal approprié à la construction des chaudières est d'employer un métal fondu homogène, bien fabriqué, bien résistant, que ce soit du fer ou de l'acier, — et nous savons tous que les progrès de la métallurgie nous donneront ce métal désiré et le donneront même d'ici à peu de temps. Nous pouvons donc lui confier le succès de nos espérances et la réalisation de ce désidératum.

Il y a eu, à ce sujet, une proposition faite par un membre du Congrès, laquelle se relie d'une manière intime à celle que je traite. C'est celle-ci : Préoccupé justement des reproches qu'on adresse aux tôles d'acier, soit sous le rapport de leur fabrication, soit sous le rapport de leur mode d'emploi, il a pensé qu'il était utile de recueillir, dans l'espace de temps qui sépare cette session de la suivante, toutes les données possibles pour arriver à trouver la meilleure méthode de fabrication et de travail (poinçonnage, cisaillage, emboutissage, etc.) des tôles d'acier.

Cette question est de grande importance, et la section a été unanime pour proposer au Congrès de la porter au programme de la prochaine session.

Il a été aussi question de la matière la plus convenable à employer pour les foyers.

La plupart des ingénieurs européens sont restés fidèles à l'emploi du cuivre, quoique l'emploi de l'acier soit très répandu aux États-Unis.

Les essais de foyers en tôle ondulée, entrepris en Autriche, n'ont pas donné de très bons résultats, et n'ont pas été prolongés.

Quant aux tubes, il y a des considérations de différents ordres qui influent sur les choix de la matière qui les constitue. Ils sont en fer homogène, en cuivre, en laiton, raboutis ou non d'extrémités en cuivre. Tous les systèmes peuvent être acceptés et réussir : le choix dépend non seulement de la nature des eaux, des lignes sur lesquelles les machines circulent, mais aussi des soins qu'on apporte à la fabrication des tubes eux-mêmes. Dans ces dernières années, des considérations d'éco-

nomie, aussi bien que l'obligation des épurations préalables d'eau, ont semblé à beaucoup d'ingénieurs favoriser l'emploi du fer. Des essais, très suivis, se font sur le réseau de Paris-Lyon-Méditerranée, essais qu'on ne peut qu'encourager, tout en reconnaissant qu'il est impossible de se prononcer d'une manière absolue sur la question qui reste ouverte.

On a dit quelques mots de la nature du métal propre à la fabrication des entretoises, des pièces du mécanisme, etc.

Mais on n'a pas présenté, dans la discussion, de nouveautés bien notables à ce sujet, quoiqu'on ait parlé de l'extension de l'emploi de l'acier coulé pour des pièces difficiles à forger, entrant dans la constitution du bâti même des locomotives, et nous ne pouvons que renvoyer ces questions, comme les précédentes, à l'examen d'une prochaine session du Congrès.

— Les conclusions proposées sont ratifiées sans observations.

DEUXIÈME PARTIE :

Littéra A. — 4°

DE L'ADHÉRENCE DES ROUES DES LOCOMOTIVES

L'exposé de l'état de la question, dans le sein de la 2e section, avait été confié aux soins de M. Silvola, ingénieur, chef de section principal de la traction des chemins de fer de la Méditerranée (Italie).

L'emploi de l'eau projetée sur les rails à l'avant des roues motrices, pour augmenter l'adhérence, a été essayé sur plusieurs réseaux; mais, sur aucun, il ne paraît l'avoir été avec autant de soins, de suite et de succès que sur les réseaux de la Méditerranée (Italie) et du chemin de fer du Gothard, en certains points, où l'existence de rampes fortes en tunnel en rendait l'emploi comme particulièrement indiqué.

Le sable, en effet, dont on se sert généralement pour donner aux roues des locomotives l'adhérence nécessaire, a de graves inconvénients.

Sa préparation exige, dans les dépôts, des installations assez importantes et coûteuses; la manutention en est incommode et chère, il doit être criblé, séché avec des appareils spéciaux, vanné, pour ainsi dire, emmagasiné, et enfin chargé dans des boîtes spéciales sur les locomotives, boîtes qui y occupent une certaine place, et qui, pour avoir une capacité suffisante, deviennent souvent encombrantes, surtout au point de vue du dégagement de la vue en avant.

En route, des points spéciaux d'emmagasinement doivent être préparés pour remplacer les provisions épuisées, et souvent ces points ne se rencontrent pas au moment propice.

Le sable, s'il est favorable à l'adhérence, crée, pour les véhicules du train, une résistance véritable, très appréciable en certains cas; il peut aussi donner lieu à des grippements dans le mécanisme; il use les rails, surtout dans les tunnels; il altère la constitution de la plate-forme, et le service de la voie s'en plaint quelquefois.

Bref, il paraît évident que l'emploi de l'eau, qui ne présente aucun de ces inconvénients, s'il est efficace et surtout économique comme l'ont prouvé les expériences faites, doit être préférable au sable, en admettant que les inconvénients de son emploi n'en compensent pas les avantages.

Or, l'objection principale à son emploi serait l'usage de l'eau du tender, qui n'est pas sans influer notablement sur la consommation d'eau, puisqu'elle peut aller, pour ce seul objet, jusqu'à 30 ou 35 litres par kilomètre; de plus, il est nécessaire de chauffer l'eau, c'est-à-dire de la lancer sur le rail à la température de 60 à 70 degrés, afin d'éviter la congélation, et de laver ainsi les rails graisseux, surtout dans les tunnels étroits, en se servant d'un jet de vapeur, qui est aussi une cause de consommation et de dépense.

Malgré cette dépense de vapeur, l'injecteur employé par la Compagnie de la Méditerranée a rendu le système pratique, tandis que la projection directe de l'eau de la chaudière sur le rail avait donné les plus mauvais résultats.

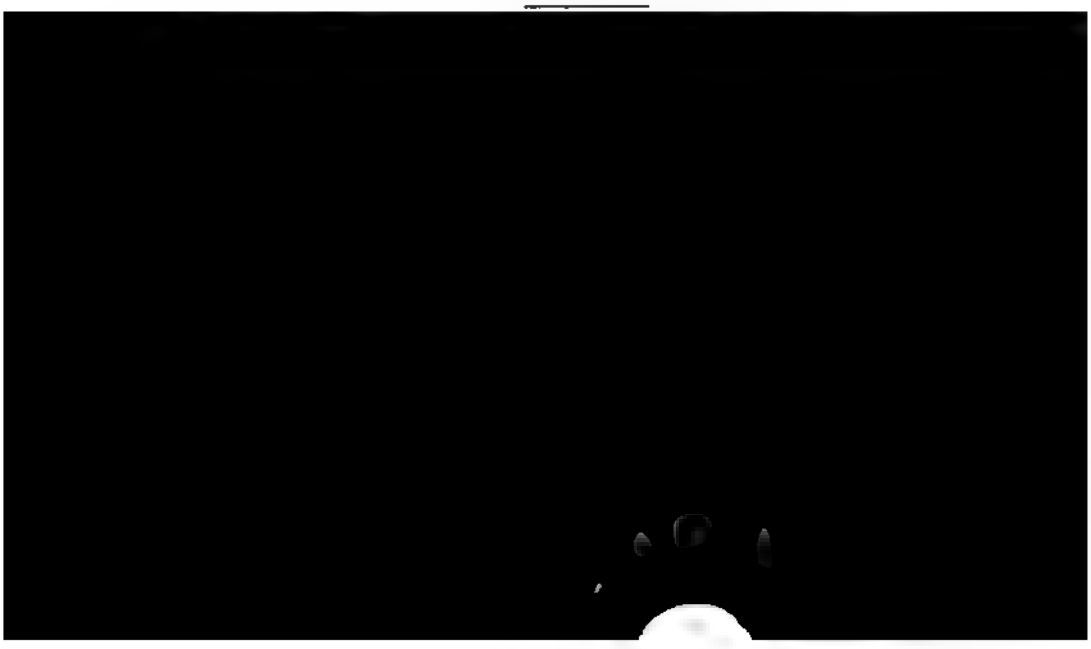
Le jet doit également être dirigé de manière à suivre les mouvements du rail. C'est un perfectionnement à l'étude.

La dépense occasionnée par l'emploi de l'eau semble présenter une sérieuse économie par rapport à celui du sable, en tenant compte de toutes les circonstances de l'essai; si bien que la Compagnie de la Méditerranée est convaincue de sa supériorité et l'adopte définitivement.

Il faut remarquer, d'ailleurs, que l'usage n'en est nécessaire que sur certains points spéciaux et pour certains trajets assez courts; on pourrait peut-être, au lieu de se servir, pour l'injection, d'une vapeur si utile à la puissance de la machine, aux points où l'adhérence est insuffisante, consacrer tout ou partie de la vapeur inutile de l'échappement à ce surcroît de travail imposé à la machine déjà si chargée.

En résumé, il a paru résulter de la discussion que, en présence des inconvénients si connus de l'emploi du sable pour donner de l'adhérence aux roues des locomotives, et des résultats heureux d'expériences récentes (réseau méditerranéen, Gothard, etc.), il y a grand intérêt à continuer et à étendre les essais de l'emploi du jet d'eau, qui ont déjà réussi dans certains cas particuliers.

— Les conclusions proposées sont ratifiées sans observations.



M. Banderali. Le littéra *B* de la question des locomotives est ainsi conçu :

Jusqu'à quelle limite convient-il d'exécuter dans les dépôts les réparations des locomotives ?

L'exposé de la question a été rédigé par M. Silvola, ingénieur, chef de section principal de la traction des chemins de fer de la Méditerranée (Italie).

La pratique suivie sur les divers réseaux pour l'entretien des locomotives paraît, en principe, à peu près la même pour presque toutes les Compagnies.

Quelques différences dans cette pratique doivent se produire nécessairement, qui tiennent aux circonstances diverses des exploitations, et qui dépendent, en particulier, des usages adoptés pour le choix du personnel conducteur des locomotives, et aussi de l'importance des dépôts.

Sur la nécessité de faire les grosses réparations dans les grands ateliers, tout le monde est d'accord; les limites de l'importance des réparations à faire dans les dépôts sont plus difficiles à fixer.

En général, les ateliers de réparations, ou les points où l'on travaille, sont de plusieurs catégories :

1° Les grands ateliers centraux ;

2° Les dépôts de premier ou de second ordre, avec petit atelier et outillage approprié;

3°. Les remises, peu outillées, où l'on ne fait que rafraîchir un filetage, un boulon, faire un joint, remplacer des goupilles, un robinet, etc.

Certaines Compagnies confient une partie du petit entretien courant des locomotives, dans les dépôts et les remises des catégories 2 et 3, à leur personnel de machinistes, qui se recrute parmi les ouvriers d'état capables de faire ces travaux. Dans d'autres, ces travaux sont confiés à des ouvriers spéciaux (en Angleterre, aux États-Unis, sur le Nord français, etc.); dans ces exploitations, le personnel conducteur est en grande partie composé de manœuvres arrivés, par la pratique, à la conduite des machines, et ne sachant faire convenablement que quelques petits travaux faciles, qu'ils doivent exécuter : joints, enveloppages de tuyaux, resserrages de boulons, etc.

Certaines Compagnies ont admis, comme principe absolu, que le personnel conducteur ne doit qu'indiquer les réparations, même les moins importantes, et ne touche jamais un outil pour y remédier, sauf, bien entendu, dans les cas de force majeure qui peuvent se produire en cours de route (États-Unis, Angleterre, Paris-Lyon-Méditerranée, etc.).

Il arrive aussi que, dans certains cas, une locomotive arrêtée dans un dépôt pour y subir une réparation très peu importante, y est soigneusement visitée après démontage, et présente alors des imperfections qui nécessitent un travail imprévu, quelquefois assez important, travail qu'il vaut mieux faire tout de suite et sur place plutôt que de remonter la machine, la rhabiller et la renvoyer au grand atelier.

Enfin, il est souvent intéressant, par exception et pour ne pas démonter un atelier, d'y laisser une locomotive en moyenne réparation, qui occupe le personnel ouvrier dans les moments où le petit entretien des locomotives en service est moins chargé et ne suffirait pas à entretenir l'activité de l'atelier : d'où chômage aussi fâcheux pour les hommes que pour l'outillage.

Il résulte de toutes ces considérations d'ordres divers, qu'une règle fixe ne saurait être absolument indiquée, ni un chiffre précisé pour la limite des réparations à entreprendre dans les dépôts.

Cependant, la pratique a démontré que, en principe, les grandes réparations (notamment toutes les réparations de chaudronnerie) ainsi que les modifications et améliorations apportées aux locomotives, doivent être faites entièrement dans les ateliers principaux.

Les dépôts secondaires de divers ordres doivent en général, et sauf des cas exceptionnels justifiés, se borner aux réparations dites d'entretien courant.

— Les conclusions proposées sont ratifiées sans observations.

X° QUESTION

GRAISSAGE

Quel est le meilleur mode de graissage et le meilleur système de boîtes à graisse?

Xe QUESTION

TABLE DES MATIÈRES

EXPOSÉ

PAR E. HUBERT

INGÉNIEUR EN CHEF, INSPECTEUR A LA DIRECTION DE LA TRACTION ET DU MATÉRIEL DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE

La question du graissage du matériel roulant des chemins de fer est d'une importance capitale; elle intéresse à la fois la *sécurité* et les *frais d'exploitation* : la sécurité, car d'une lubrification insuffisante, imparfaite, peut résulter le bris d'un essieu; les frais d'exploitation, parce que le frottement des essieux sur leurs coussinets est un facteur des plus importants de la résistance à la traction des trains.

Il y a donc un grand intérêt à diminuer ce frottement; cette diminution est obtenue au moyen de l'interposition d'une matière lubrifiante entre la fusée et le coussinet; elle dépend de la *nature* et de la *quantité* du lubrifiant amené au contact des surfaces frottantes.

Les expériences et les recherches de MM. Vuillemin, Guebhard et Dieudonné, de MM. Beauchamp-Tower, Hirn, Thurston, etc., ont mis ces principes parfaitement en lumière.

L'usure du coussinet et de la fusée de l'essieu est une conséquence du frottement; la mise hors de service, plus ou moins rapide, du coussinet et de l'essieu dépend donc, en général, du graissage plus ou moins parfait du matériel.

Le chauffage d'une boîte, le bris d'un de ses organes en cours de route, ont pour conséquences le retard dans l'expédition du wagon, des transbordements onéreux, etc. La fréquence des opérations d'entretien, de visite, de levage, multiplie le chômage du matériel.

Ces considérations seules suffisent pour justifier la recherche constante, pour-

suivie depuis plus de cinquante années par les ingénieurs des chemins de fer, d'une bonne boîte et d'un bon système de graissage.

La question ne se borne donc pas à la réduction au minimum possible du coëfficient de frottement; elle est plus complexe, et la solution économique dépend de l'appréciation judicieuse de l'importance relative de chacun des éléments : emploi d'une matière lubrifiante d'un usage économique, solidité et simplicité des divers organes, facilité de l'entretien et de la visite ordinaire, réduction au minimum du chômage du matériel et des dépenses de personnel, etc., etc.

Le grand nombre de conditions du problème à résoudre a naturellement provoqué les solutions les plus diverses. Non seulement chaque Compagnie de chemins de fer a sa boîte de graissage, mais il n'est pas rare de rencontrer plusieurs types différents employés par la même Compagnie. C'est même le cas général, et cela tient surtout à ce que personne ne croit avoir atteint un degré de perfection suffisant, à l'introduction de nouveaux éléments — les huiles minérales, par exemple, — enfin, au progrès.

Il est inutile de signaler ici les grands inconvénients que présente la multiplicité des modèles.

Une certaine unité à ce point de vue, comme à tant d'autres, serait éminemment désirable : il n'y faut malheureusement guère compter d'ici à longtemps.

Signalons cependant les efforts faits dans ce sens par certaines Compagnies ou Associations, telles que les chemins de fer de l'État prussien, la Master Car Builder's Association d'Amérique, qui ont admis une *boîte type* ou *normale*.

Dans les conditions actuelles, la diversité des solutions rend assez difficile un exposé de l'état de la question du graissage du matériel roulant. Ce qui suit ne peut donc être considéré que comme un résumé incomplet n'ayant trait qu'aux points principaux et négligeant — autant que possible — les détails.

MATIÈRES LUBRIFIANTES EMPLOYÉES AU GRAISSAGE DU MATÉRIEL ROULANT.

Les matières lubrifiantes dont il a été fait emploi depuis l'origine des chemins de fer sont les *graisses*, les *huiles animales*, *végétales*, *de résine* et *minérales*.

Il a été fait, mais sans succès, des essais de l'*eau* dans les boîtes des systèmes Piret, Aerts et Haeck. Les boîtes Aerts et Haeck expérimentées sur quelques wagons au chemin de fer de l'État belge augmentaient notablement la résistance à la traction et donnaient lieu à de nombreux chauffages.

L'eau de savon a été également employée en Amérique.

La *graisse* a été utilisée dès le principe. Elle se compose généralement de corps gras : suif, huile de palme; d'eau et d'une substance alcaline : soude ou potasse qui saponifie en partie le corps gras.

La proportion dans laquelle entrent les divers éléments, dans la composition de la graisse, varie suivant les saisons : il y a la graisse d'hiver et la graisse d'été. La proportion du corps gras est plus grande dans celle-ci que dans celle-là.

L'usage de la graisse a été successivement abandonné par les Compagnies de chemins de fer. Dans ces derniers temps, il persistait encore en certains railways anglais, restreint néanmoins aux wagons à marchandises. En France, la Compagnie de l'Ouest seule en a conservé l'emploi, auquel elle est décidée à renoncer également.

L'introduction des huiles minérales de graissage à bon marché n'est pas étrangère à l'abandon définitif de la graisse comme matière lubrifiante ordinaire.

Placée dans des réservoirs supérieurs, elle est encore employée comme graissage accidentel en cas de chauffage, par quelques chemins de fer, notamment en France. Ce n'est qu'en raison de cet usage qu'il en sera encore question dans cette étude.

Les *huiles végétales* qui se sont substituées à la graisse sont les huiles d'olive, de colza, de navette, d'arachide, de palme, etc.

L'huile d'olive est d'un usage restreint; elle n'est possible que dans les contrées où croît l'olivier.

L'huile de colza est plus employée; elle possède un pouvoir lubrifiant remarquable constaté par une longue pratique.

D'après les expériences de M. Beauchamp-Tower, la résistance moyenne opposée à la rotation de la fusée, à une vitesse de 300 tours par minute par un coussinet chargé de 7 à 22 kilogrammes par centimètre carré, graissé par un bain d'huile à 15°, est, par centimètre carré de portée :

Avec l'huile de spermacéti.	0*035
— de colza	0.036
— minérale	0.043
— de lard	0.047
— d'olive	0.048

Quoique ces expériences aient été faites dans des conditions qui s'écartent beaucoup de celles où les matières lubrifiantes agissent dans les boîtes de graissage du matériel roulant des chemins de fer, il est cependant permis d'en con-

clure à une certaine supériorité sous ce rapport de l'huile de colza sur les huiles minérales et sur l'huile d'olive.

L'huile de colza protège parfaitement les surfaces en contact et conserve son onctuosité à des vitesses assez grandes, à une température et sous des pressions assez élevées.

Ces grandes qualités justifient l'emploi très répandu qu'on en fait.

Elle a néanmoins l'inconvénient d'être d'un prix relativement élevé, de s'acidifier à la longue en devenant rance, d'attaquer par la suite les organes métalliques avec lesquels elle est en contact en formant du cambouis, enfin de se congeler à —5° ou —6°. C'est là un défaut sérieux dans les systèmes de graissage où intervient surtout la capillarité.

L'huile de navette, beaucoup moins employée, participe de la nature de l'huile de colza. Les huiles d'arachide également; mais l'inconvénient de la congélation à une température relativement haute, est encore plus accentué : elles font corps à +3°. Le chemin de fer de l'État belge a été amené à les proscrire à cause de ce défaut capital en hiver.

En résumé, des huiles végétales l'huile de colza est la meilleure et la plus employée.

Les *huiles animales* ne se rencontrent guère. L'huile de lard et l'huile de spermacéti ont été utilisées en Amérique.

Afin de diminuer les frais du graissage au moyen des huiles végétales, on a essayé de les mélanger à des hydrocarbures provenant du traitement des résines et appelés pour cette raison *huiles de résine*. Certaines Compagnies françaises

en chef des chemins de fer L. Becker, produisit la première huile minérale de graissage applicable aux chemins de fer : elle fut employée soit pure, ou mélangée avec les huiles végétales. Son prix était d'environ 25 p. c. meilleur marché que celui de l'huile de colza.

Les chemins de fer de l'État autrichien, dès 1862, la « Kaiserin-Elisabeth Westbahn » en 1864, et la « Kaiser Ferdinands-Nordbahn » en 1865, en font déjà un usage ininterrompu.

Ce ne serait qu'à partir de 1867 que des huiles minérales pour le graissage d'organes puissants, tels que ceux du matériel roulant des chemins de fer, furent fabriquées en Amérique.

Les huiles de provenance américaine firent leur apparition sur le continent vers 1870, sous le nom de *Vulcan oil* ou huile volcanique, huile minérale de laquelle avaient été enlevées par distillation les huiles volatiles et lampantes. Elles renfermaient une quantité notable de paraffine, ce qui leur donnait à la température ordinaire une viscosité plus apparente que réelle; à +50°, elles étaient plus fluides que l'eau et à +3° ou +4° elles se solidifiaient. C'étaient là des défauts rédhibitoires qui la firent rejeter en Belgique, où elles furent soumises à de nombreux essais pour l'alimentation des boîtes de graissage.

Depuis 1867, de grands progrès ont été réalisés dans l'industrie des huiles minérales de graissage; l'Amérique en fabrique des quantités considérables; les usines se sont multipliées en Autriche; il en existe en Écosse, en Alsace-Lorraine (huile de Pechelborn), etc.

Depuis 1878, la Russie produit des quantités énormes d'huiles minérales de graissage, connues sous le nom d'huiles de Ragosine, oléonaphtes, huile russe, etc.

Elles proviennent du traitement des huiles minérales du Caucase.

L'huile russe brute est le résidu de la distillation de l'huile minérale débarrassée des huiles légères et lampantes. Elle ne contient pas de paraffine en quantité appréciable : aussi est-elle en quelque sorte incongelable, ce qui la différencie des huiles américaines et écossaises. Seulement elle renferme une quantité trop considérable de matières goudronneuses (25 à 30 p. c. en volume), et par ce fait, elle est trop consistante et difficilement aspirée par capillarité.

L'huile russe dégoudronnée est la même que la précédente, mais débarrassée de la majeure partie des matières goudronneuses par un traitement à l'acide sulfurique suivi de saturation de l'acide, lavage, etc.

Cette huile ainsi épurée a une densité de 0.902 à 0.905 à 15° centigrades. A la température de —20°, elle est encore parfaitement fluide.

Les huiles minérales, en général, préalablement débarrassées des produits goudronneux et de la paraffine, conviennent parfaitement pour le graissage du matériel roulant des chemins de fer, et sont employées soit pures, soit mélangées aux huiles végétales qu'elles font participer de leurs qualités. Ainsi, difficilement congelables, elles abaissent le point de congélation du mélange; inaltérables, neutres et ne séchant pas, elles atténuent dans de grandes proportions les défauts correspondants des huiles végétales.

L'action de la chaleur sur les huiles minérales leur est un peu plus défavorable qu'aux huiles végétales. Aussi les mélanges d'été contiennent-ils souvent une plus grande proportion de ces dernières.

Leur emploi paraît avoir donné des résultats meilleurs avec les coussinets en métal blanc qu'avec les coussinets en bronze.

Aux qualités des huiles minérales comme matière lubrifiante, il faut ajouter la modicité relative de leur prix : aux dernières adjudications du chemin de fer de l'État belge (22 décembre 1886), les huiles minérales russes dégoudronnées ont été soumissionnées à 21 fr. 95 c. les 100 kilogrammes, en réception à Malines.

A la même adjudication, et dans les mêmes conditions, l'huile de colza non épurée a été payée 48 fr. 79 c. les 100 kilogrammes.

Un grand nombre de Compagnies emploient exclusivement l'huile minérale. En admettant avec M. Becker que, moyennant l'emploi d'appareils convenables, on puisse arriver à des consommations égales, l'utilisation de l'huile russe présenterait de ce chef une économie de 55 p. c.

Le graissage du matériel de transport des chemins de fer de l'État belge a coûté en 1886 :

Huile de colza non épurée :	188,597 kilog. à. . . . . fr.	48,79 =	92,016
— russe dégoudronnée :	259,838 — au prix moyen de .	19,97 =	51,890
	448,435 kilogrammes.	Fr.	143,906

ce qui correspond à une économie de 34 p. c. sur le coût, à quantité égale, du graissage à l'huile de colza brute sans mélange.

Dans ces conditions, il n'est pas étonnant de voir l'usage des huiles minérales se répandre de plus en plus, et l'on peut prévoir dès aujourd'hui le moment où elles auront définitivement pris la place des huiles végétales dans le graissage du matériel des chemins de fer.

Il est essentiel, pour réaliser un bon graissage, que les huiles en général soient pures et qu'elles remplissent certaines conditions.

Les cahiers des charges stipulent ces dernières, et la *réception* ne se fait qu'après des essais de laboratoire.

Les huiles végétales étant des produits naturels d'une composition définie, on se borne au fond à constater leur *pureté*, leur non-acidité, etc. Il n'en est pas de même des huiles minérales, qui ne sont que des résidus de la distillation d'hydrocarbures. Aussi a-t-il fallu imposer à ces dernières une série de conditions physiques et chimiques qu'elles doivent remplir pour pouvoir être acceptées; telles sont la couleur, la densité, la fluidité, la viscosité, la translucidité, la non-siccativité, le degré d'inflammabilité, la capillarité, le point de congélation et d'ébullition; l'absence de paraffine, de matières goudronnées, saponifiables; les réactions à l'acide sulfurique, à l'acide nitrique, à la soude caustique, etc., etc.

Des instruments spéciaux ont été créés à cet effet, parmi lesquels se trouvent les viscomètres, l'ixomètre de M. Barbey, etc.

L'expérience a surabondamment prouvé que les huiles minérales qui répondent aux diverses stipulations des cahiers des charges sont d'un bon emploi dans les chemins de fer.

BOÎTES DE GRAISSAGE ET ACCESSOIRES.

Les boîtes de graissage sont généralement en *fonte*. Leurs fonctions nécessitent des formes relativement compliquées qui justifient l'emploi de cette matière. Les chocs violents auxquels elles sont exposées sembleraient au contraire devoir la proscrire à cause de sa fragilité, et l'on sait les conséquences coûteuses, sous plus d'un rapport, du bris des boîtes dans les manœuvres, en cours de route, sur des lignes étrangères, etc. Il y a donc un intérêt majeur pour l'exploitant à réduire le nombre de ces bris au minimum possible.

M. Parmentier, directeur de la Société anonyme de travaux Dyle et Bacalan, a cherché le moyen de remplacer la fonte des boîtes par le *fer*. Le dessous de boîte étant le plus sujet à se briser, il a commencé par fabriquer cette partie et y a parfaitement réussi. Depuis lors, il a étendu avec le même succès l'emploi du fer au dessus de boîte également et à la boîte d'une pièce.

Des essais de dessous de boîtes en fer ont été faits par la Compagnie du chemin de fer du Nord français; ils ont donné des résultats très satisfaisants, et actuellement plus de 4,000 wagons sont munis de ces dessous de boîtes. Depuis 1879, le chemin de fer à voie étroite de Hermes à Beaumont emploie les boîtes en fer; des essais sont également en cours en Angleterre, à la Compagnie London and South

Western Railway, laquelle fait usage de la boîte du type dit « d'une pièce »; à la Compagnie générale des chemins de fer brésiliens (2 pièces en fer); aux chemins de fer de l'État néerlandais; à la Compagnie des chemins de fer hollandais (dessous de boîtes en fer); au chemin de fer Central nord de la République Argentine; aux chemins de fer vicinaux belges. En Allemagne, une application va également en être faite au dessous de la boîte normale du dernier type.

L'*acier fondu* a également été essayé par quelques Compagnies, mais il paraît se comporter moins bien que le fer.

Les boîtes de graissage en usage sont généralement de *deux pièces*, c'est-à-dire composées d'un dessus et d'un dessous de boîte, à joint horizontal.

Le joint se fait soit à la hauteur de l'axe de l'essieu, soit au-dessus, afin d'éviter des déperditions d'huile et de faciliter la visite de la fusée et du coussinet; rarement au-dessous.

Afin d'obtenir une solidité plus grande et conséquemment diminuer les chances de bris, on emploie également les boîtes dites « d'une pièce », dans lesquelles il n'existe pas de joint horizontal, le dessus et le dessous étant venus de fonte ensemble.

Une ouverture suffisante pour introduire les appareils graisseurs en usage, pour placer et retirer le coussinet, visiter plus ou moins complètement la fusée et l'intérieur de la boîte, se trouve à l'avant de celle-ci.

La continuité de l'enveloppe de la fusée paraît une condition excellente de résistance aux chocs latéraux.

La boîte normale américaine arrêtée en 1881 appartient à ce type, ainsi que la

Allemagne : Le dessous de boîte est serré contre le dessus au moyen d'une bride suspendue à cette dernière partie et venant, en se tournant autour de ses points de suspension, se placer au-dessous de la partie inférieure contre laquelle elle est pressée par une vis à tête hexagonale. Le desserrage de la vis est empêché par une douille également hexagonale, embrassant à la fois la tête de la vis et la partie de la bride dans laquelle celle-ci s'engage. Cette douille repose sur une goupille. La perte de la goupille devant amener la perte de la douille et conséquemment celle de la vis du dessous de boîte, on a paré récemment à cet inconvénient en supprimant la goupille et en faisant porter la douille sur la partie inférieure de la tête de la vis débordant de façon à former un siège à section également hexagonale. Le mode d'attache qui précède se rencontre dans la boîte normale des chemins de fer de l'État prussien, la boîte des chemins de fer de l'État autrichien, etc.

Au chemin de fer du Nord français, la bride de serrage est de deux pièces suspendues à la bride du ressort et reliées par un boulon horizontal au-dessous de la boîte qu'elles pressent suivant des plans inclinés.

Les boîtes d'une pièce n'exigeant pas d'assemblage de l'espèce n'ont pas à craindre les ennuis qui en résultent. Le couvercle d'avant est à charnière, incliné et s'appuie par son propre poids sur le corps de la boîte comme dans la boîte normale américaine, glisse dans une rainure verticale contre laquelle il est serré par un ressort comme dans la boîte Attock, s'emboîte dans l'ouverture d'avant légèrement incliné et se fixe par deux boulons comme dans la boîte de l'État belge, tourne de champ autour d'un boulon supérieur, et se fixe au bas par une vis traversant une coulisse circulaire ménagée dans le couvercle comme dans la boîte du chemin de fer London and South Western, etc.

Au point de vue du système de graissage et en ne tenant compte que du graissage à l'huile, les boîtes se subdivisent en plusieurs catégories.

En effet, la lubrification s'opère :

1° Uniquement par-dessous;
2° Normalement par-dessous et exceptionnellement par-dessus;
3° Normalement par-dessus avec graissage auxiliaire par-dessous;
4° Normalement par-dessous à l'huile, accidentellement par-dessus à la graisse.

Les boîtes où le graissage se fait uniquement par-dessous sont assez rares : à ce type appartient la boîte normale américaine. Une large ouverture rectangulaire

à l'avant permet à la fois l'introduction du coton, de la laine et de l'huile d'alimentation. Le couvercle incliné en fonte ferme par son propre poids.

Le godet graisseur est quelquefois placé à la partie inférieure de la boîte, devant ou sur le côté comme dans la boîte Delannoy. Il est aussi remplacé par un bouchon à vis dans le cas du graissage périodique.

Le plus grand nombre des boîtes en usage appartient aux deux catégories suivantes, qui ne diffèrent guère entre elles qu'au point de vue de l'*alimentation* qui se fait normalement par le dessous dans la deuxième catégorie et par le dessus dans la troisième.

Dans la deuxième catégorie, le dessous de boîte forme le réservoir d'huile et contient les appareils qui la conduisent à la fusée : tampons, déchets de coton, copeaux de bois, etc. Les guides des tampons y sont venus de fonte. Le dessous est quelquefois divisé en deux parties par un diaphragme au-dessous duquel se trouve la matière lubrifiante dans laquelle plongent les mèches du tampon qui se trouve au-dessus. Ce diaphragme est dans certaines boîtes percé de trous et forme tamis. Ces dispositions ont pour but de diminuer les chances d'altération de l'huile.

L'ouverture du diaphragme sert généralement de guide au tampon et dans certains types les ressorts du tampon trouvent leur point d'appui sur les bords de cette ouverture.

Dans des boîtes autrichiennes où il est fait usage de déchets de coton et de copeaux de bois, ceux-ci se trouvent au-dessus du diaphragme; le double fond ne sert qu'à recueillir par l'arrière l'huile qui échappe; on y a accès par un bouchon à vis.

Lorsque les boîtes sont soumises au régime du graissage périodique, le godet graisseur du dessous de boîte peut être remplacé par un bouchon à vis également; souvent même il n'existe ni godet ni bouchon.

Dans le cas contraire, on le rencontre toujours soit à l'avant, soit sur le côté du dessous de boîte. Il est muni d'un couvercle en fonte ou en tôle, garni de cuir pour former joint et pressé sur le goulot du godet par un ressort.

Le dessous des boîtes de la troisième catégorie ne diffère guère de celui des boîtes de la deuxième; sa destination étant de recueillir l'huile arrivée par le dessus et de la maintenir ou la ramener à la fusée.

Le godet graisseur y est inutile.

Le dessus de boîte comprend également un réservoir d'huile plus important dans les boîtes où le graissage se fait normalement par le dessus que dans celles

de la deuxième catégorie, dans le cas du graissage périodique que dans l'autre; ce réservoir est généralement disposé de telle façon que l'huile soit aspirée par une mèche de coton et conduite à travers l'épaisseur du dessus de boîte à la fusée en passant par un trou ménagé dans le coussinet. La mèche est souvent contenue dans un tube en fer-blanc garni d'un bouchon qui la fixe dans la conduite; quelquefois elle est simplement traversée d'un fil de fer.

Dans le cas du graissage périodique et normal par-dessus, il importe que le débit des mèches soit bien mesuré et aussi constant que possible; cette nécessité est moindre dans le cas contraire.

Le dessus des boîtes de la deuxième et de la troisième catégorie porte à l'avant et à la partie supérieure le godet graisseur qui contient quelquefois la mèche d'alimentation. Dans certaines boîtes, il permet d'alimenter à la fois le dessus et le dessous de boîte. Le graissage périodique laisse la latitude, soit de condamner le couvercle du godet par une vis, un boulon, etc., ou de le remplacer par un bouchon à vis.

La quatrième catégorie comprend les boîtes peu nombreuses où l'on fait usage du graissage mixte. On les rencontre encore dans le matériel de quelques Compagnies en France. Ici, le dessus de boîte comprend un réservoir à graisse et un godet d'introduction fermé par un ressort ou une vis. La matière lubrifiante du dessus ne peut arriver à la fusée qu'en passant par des ouvertures pratiquées dans l'épaisseur de la boîte, garnies de bouchons fusibles qui disparaissent quand le chauffage de la boîte se produit et arrive à une certaine intensité. Ce bouchon a été fait d'alliages métalliques. En France, on emploie des mélanges de savon et de stéarine. En Belgique, on se servait, avant l'abandon du graissage mixte, de bouchons en soufre.

Le dessous de boîte est le même que celui de la deuxième catégorie.

Les boîtes sont ordinairement *guidées* dans les plaques de garde par deux joues, formant coulisse, qui en embrassent les branches; quelquefois il n'y a qu'une joue. La coulisse règne souvent sur le dessus et le dessous de boîte; afin de soustraire le dessous aux chocs et le réduire autant que possible au rôle de simple réservoir, plusieurs Compagnies se bornent à munir de guides le dessus de boîte seulement.

Les boîtes peuvent être liées aux ressorts de suspension au moyen de boulons; cette *liaison* se rencontre surtout dans le matériel à voyageurs où il y a intérêt à

éviter le contact des boîtes avec les plaques de garde, ce qui suppose un *jeu* assez considérable entre elles.

Dans le matériel à marchandises, où ce jeu est beaucoup moindre, où il peut même être nul dans la direction normale à l'essieu, cette liaison est moins utile et, partant, moins en usage. Elle se borne dans certains types au simple contact plan de la bride du ressort et du dessus de boîte. La bride s'engage quelquefois également dans une cavité rectangulaire qui épouse sa forme; ou elle porte à sa partie inférieure un téton carré, sphérique, hémicylindrique, etc., entrant dans un creux correspondant de la boîte. Ces derniers systèmes demandent un ajustage plus soigné de la boîte.

Afin d'éviter les déperditions d'huile et l'introduction de la poussière, les *joints* des boîtes de deux pièces doivent être aussi hermétiques que possible.

Quelquefois les surfaces sont dressées, ce qui permet dans une certaine mesure de se passer d'un intercalaire; quand elles ne le sont pas, on interpose entre le dessus et le dessous de boîte du cuir, du carton, du fil de plomb, etc.

Dans les boîtes du type d'une pièce, de l'État belge, il a été fait usage de bois d'orme découpé, de vieille toile à bâche, de minium de fer; quoique les résultats aient été assez satisfaisants, on est revenu actuellement aux intercalaires en carton commun.

Les pertes d'huile et l'introduction de la poussière—qui épaissit l'huile, paralyse les mèches et provoque la grippure des fusées—sont surtout à craindre à l'arrière

se font aussi de deux pièces; des ressorts, une liaison élastique font presser l'une des moitiés sur la partie supérieure de l'essieu et l'autre sur la partie inférieure. Le même résultat s'obtient par deux rondelles parallèles, dont l'une s'appuie sur un ressort à lames fixé à l'autre au moyen d'une équerre en tôle.

Il est utile également d'avoir un contact entre l'obturateur et la coulisse de la boîte dans laquelle il joue. A cet effet, les rondelles en bois sont garnies extérieurement de lisières, de feutre, etc., où elles portent une surépaisseur dans laquelle sont tracés des traits de scie qui lui donnent de l'élasticité.

L'emploi de la rondelle double permet d'arriver au résultat par l'interposition d'un ressort ou d'une substance pouvant se gonfler par l'absorption de l'huile. Le ressort à lame hélicoïdale donne à la fois le contact latéral et celui des deux parties de l'obturateur et de l'essieu.

La rondelle en chanvre tressé du système Delannoy est munie d'un disque qui l'applique en même temps contre l'essieu et la boîte, par le serrage de quatre boulons.

Il existe un grand nombre d'autres systèmes plus ou moins compliqués, qui ne paraissent pas valoir mieux que les autres.

Le chemin de fer de l'État belge a fait l'essai de rondelles métalliques garnies de cuir, de lames de cuivre, etc. Les résultats ont été mauvais.

COUSSINETS.

Les coussinets se font généralement en *bronze* ou en *métal blanc*. Il y a à peu près autant de compositions diverses de bronzes que de chemins de fer qui emploient cet alliage.

Le cuivre rouge et l'étain en sont la base : il y entre quelquefois une petite quantité de zinc et de plomb. Le cuivre s'y rencontre jusqu'à 90 p. c., l'étain jusqu'à 18 p. c., le zinc jusqu'à 5 p. c. et le plomb jusqu'à 4 p. c. Le bronze ordinaire ou bronze dur contient 82 parties de cuivre et 18 d'étain.

Il est fait emploi également de bronzes phosphurés ou phosphoreux, de métal Montefiore pour coussinets, etc., qui ont donné des résultats divers.

Le métal Montefiore se composerait d'après analyse de 69.1 cuivre, 18.2 zinc. 7.2 plomb et 5.2 étain.

Le métal blanc présente de nombreuses variétés aussi. Il s'emploie de deux manières : coulé directement dans le dessus de boîte ou formant garniture de coussinets en bronze.

Il est composé d'étain et d'antimoine auxquels s'ajoutent du cuivre et du plomb. Dans la plupart des cas, l'étain et l'antimoine prédominent.

Le cuivre ne dépasse guère 10 p. c. de l'alliage. Le plomb dans le métal blanc Becker va jusqu'à 30 p. c. L'antimoine arrive à 25 p. c. et l'étain à 90 p. c.

Voici quelques compositions :

Métal blanc *Babbit* (Angleterre) :

83 $^1/_3$ étain;
8 $^1/_3$ antimoine;
8 $^1/_3$ cuivre.

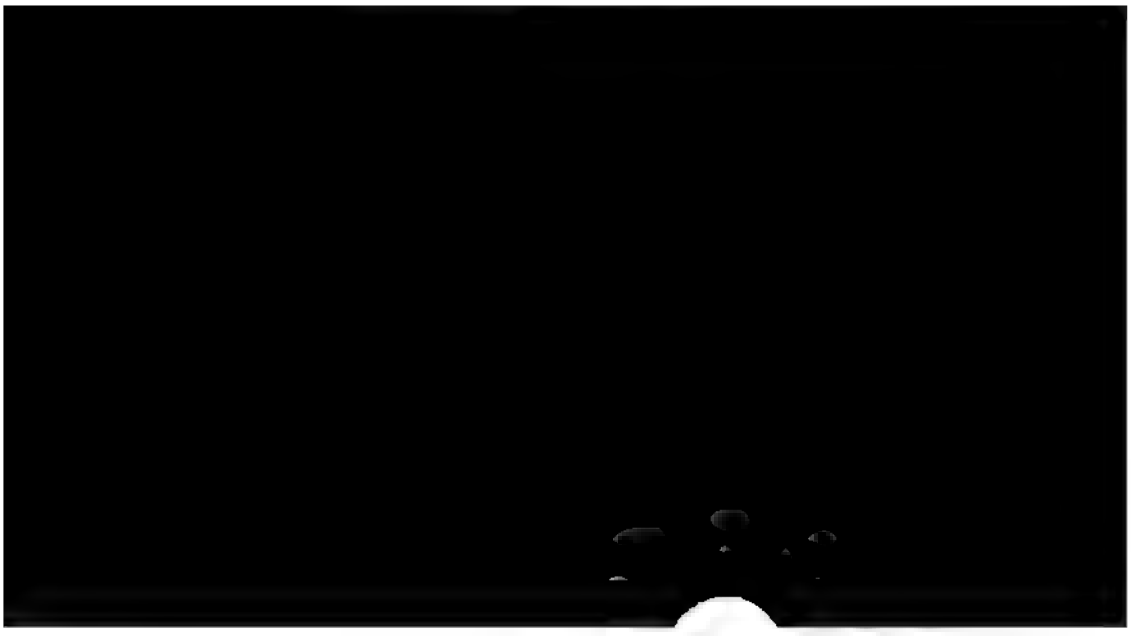
Métal blanc (Alsace-Lorraine, Est français) :

83.33 étain;
11.11 antimoine;
5.55 cuivre.

On emploie en Angleterre un alliage breveté appelé métal *Lewett.*

Il se compose d'après analyse de :

82.30 zinc;
16.00 étain;
1.70 plomb.



2° En métal *Guettier* :

70 cuivre;
10 étain;
10 zinc;
10 plomb.

3° En métal blanc de différentes compositions.

Le bronze employé normalement comprend :

82 cuivre;
12 étain;
5 zinc;
1 plomb.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, l'emploi du métal blanc dans les boîtes alimentées au moyen des huiles minérales a donné de meilleurs résultats que celui du bronze. Au développement que prend l'emploi de ce lubrifiant correspondra probablement l'extension de l'emploi des alliages blancs, extension que l'on constate dès à présent en France.

Les coussinets sont *ajustés* dans le dessous de boîte de façon à n'y présenter de jeu dans aucun sens. Ils sont extérieurement à section octogonale ou carrée. Cette dernière forme empêche le coussinet de tourner dans sa loge.

Certaines dispositions permettent néanmoins à la boîte d'osciller légèrement sur le coussinet autour d'un axe perpendiculaire à l'essieu : telle est celle employée dans la boîte normale américaine. Mais c'est l'exception.

Les coussinets en métal blanc coulés directement dans le dessus de la boîte font partie intégrante de celle-ci et n'ont donc aucun jeu.

Dans la boîte normale américaine, la boîte Attock, la boîte du chemin de fer London and South Western, etc., le coussinet, au lieu d'être encastré dans la boîte elle-même, porte sur une clef mobile en fonte, ce qui permet d'enlever le coussinet et de visiter la fusée en soulevant légèrement le wagon.

Un certain *jeu longitudinal* est laissé entre le coussinet et la fusée; en Europe, ce jeu ne dépasse guère 5 millimètres. Dans la boîte normale américaine, il atteint 24 millimètres.

L'échauffement de l'essieu prend souvent naissance au contact du congé de la fusée et du coussinet. Le rapport entre le rayon du quart de rond du coussinet et

celui de la collerette et de l'épaulement de l'essieu, est fort variable. Il est généralement inférieur ou égal à l'unité.

La collerette de l'essieu est supprimée dans certaines boîtes américaines. Le jeu est alors limité par la rencontre de la fusée et d'un téton venu de fonte avec le couvercle de la boîte. Dans ce cas, il n'y a plus de contact entre les quarts de rond du coussinet, qui n'ont plus de raison d'être, et l'épaulement de l'essieu.

Un essai de cette disposition aux chemins de fer de l'État belge donne jusqu'à présent de bons résultats.

La *portée* du coussinet sur la fusée est importante au point de vue du graissage. Elle varie cependant beaucoup d'une Compagnie à l'autre.

Le contact entre le coussinet et la fusée existe sur plus d'un tiers de la circonférence dans tel matériel et seulement sur un sixième dans tel autre.

La portée ne doit pas être trop grande au point de vue du parcours de la matière lubrifiante; elle ne doit pas être trop petite pour ne pas exagérer la charge par centimètre carré.

Il faut donc une charge par unité de surface telle que le graissage puisse se faire dans de bonnes conditions et il est désirable que l'usure du coussinet n'augmente pas la surface de portée déterminée en tenant compte de ce qui précède.

D'après les expériences de M. Beauchamp-Tower, en prenant pour surface de portée la projection horizontale des surfaces en contact, soit la longueur du coussinet multipliée par la corde de l'arc de contact, la pression maxima par centimètre carré, sans grippure, serait de 40 kilogrammes avec l'huile de colza, de 44 et même 47.45 kilogrammes avec les huiles minérales. Ces expériences n'étant pas faites dans les conditions de trépidations, de chocs qui se rencontrent dans les appareils de graissage des véhicules des chemins de fer, ces chiffres semblent

L'huile amenée du réservoir supérieur pénètre par un, quelquefois par deux trous ménagés dans le coussinet. Afin de la répartir plus uniformément sur la surface de la fusée, des *rainures* dont les arêtes sont adoucies à la lime sont pratiquées dans le coussinet, soit longitudinalement, soit obliquement.

Il a été constaté que le maximum de pression existe vers la génératrice supérieure du coussinet : c'est pourquoi la rainure oblique est souvent préférée à la rainure longitudinale, qui a le tort de faire pénétrer l'huile entre le coussinet et la fusée en un point où l'entraînement est le plus difficile.

Lorsqu'au levage du matériel on remplace les coussinets ou les essieux, ou qu'on les réajuste, les premiers parcours des wagons, s'ils se font sous charge, donnent souvent lieu à des chauffages ou à des commencements de chauffages; cela tient à ce que les surfaces en contact de la fusée et du coussinet ne s'épousent pas encore comme il faut.

Un certain parcours à vide remédierait à cet inconvénient. Des Compagnies de chemins de fer ont remplacé ce parcours à vide par un *rodage* du coussinet sur l'essieu, effectué dans l'atelier de levage même.

Cette mesure, mise en pratique aux chemins de fer de l'État belge, a donné les meilleurs résultats en réduisant dans une très grande proportion les chauffages dans le premier mois qui suit le levage.

Outre le rodage du coussinet, on peut encore *polir* la fusée au tour. Dans le même but, on couvre les surfaces frottantes d'une légère couche d'un mélange de suif fondu et d'huile de colza (Nord français), etc.

APPAREILS CONDUCTEURS DU LUBRIFIANT.

Un bon graissage exige que la matière lubrifiante soit amenée à la fusée en quantité suffisante.

La diminution de la résistance due au frottement dépend de la proportion de l'huile qui passe entre le coussinet et la fusée; les expériences de M. Beauchamp-Tower montrent que, toutes choses égales d'ailleurs, cette proportion varie dans le rapport de 1 à 6.48, la fusée étant dans le premier cas plongée dans un bain d'huile et dans le second cas en contact avec un tampon saturé d'huile.

L'huile peut être amenée par-dessus ou par-dessous; dans les deux cas, c'est généralement la capillarité qui est en jeu.

Les systèmes ayant d'autres bases sont très rares aujourd'hui, la plupart ont été

successivement abandonnés; tels sont les disques élévateurs, à racleurs, les chaînes, les cylindres en liège, en fer-blanc, etc.

Tout mouvement dans les huiles végétales a pour résultat de les altérer.

Dans la boîte de M. Dietz, l'essieu est en contact direct avec l'huile.

Le graissage par-dessus comporte ordinairement, ainsi qu'il a été dit plus haut, un réservoir d'huile dans lequel plonge une mèche en coton, libre ou entourée d'une gaine métallique passant dans un conduit, laquelle distribue l'huile à la fusée par des ouvertures et des rainures pratiquées dans le coussinet. Dans certaines boîtes, la mèche n'existe pas, l'huile va directement au coussinet. En Angleterre, la mèche est quelquefois remplacée par du déchet de coton imbibé d'huile. M. Reimherr préconise l'emploi d'une tige métallique qui règle le débit par la trépidation, etc.

On a accès à la mèche par le godet d'introduction ou, comme cela existe dans certaines boîtes de l'Autriche-Hongrie, par la partie supérieure et centrale de la boîte au-dessous du siège de la bride du ressort, ce qui est une garantie contre l'enlèvement des mèches.

Dans la boîte d'une pièce du chemin de fer de l'État belge, on ne peut atteindre la mèche qu'en déboulonnant le couvercle d'avant de la boîte.

Les appareils conducteurs d'huile que l'on place dans le dessous de boîte sont d'espèces variables.

Dans la boîte normale américaine, la boîte Paget, un grand nombre de boîtes employées en Autriche-Hongrie, on bourre le dessus de boîte de coton, de laine, de déchets ou de copeaux de bois de tilleul, de peuplier, de hêtre malaxés et bien imbibés d'huile. L'élasticité de ce bourrage en assure seule le contact avec la fusée.

Le tampon graisseur est plus répandu; il comprend un coussin de laine, quelquefois de laine et de coton, rarement de coton, ou de feutre fixé à une carcasse en bois ou en métal : fonte malléable, tôle, fer-blanc; des ressorts en fil d'acier ou de laiton en spirale, ou d'acier en lames maintiennent le coussin contre la fusée et l'élèvent à mesure de l'usure du coussinet et de la fusée. Leur pression initiale ne dépasse pas celle qui est nécessaire pour parer à cette double usure. Dans les boîtes des chemins de fer de l'Etat néerlandais, le siège du tampon muni du ressort à lames peut s'élever en s'introduisant dans des rainures horizontales d'un étrier fixé au dessus de boîte, ce qui permet de donner au ressort une pression encore moindre.

Afin d'empêcher l'écrasement du coussin du tampon, on fixe aussi sur la carcasse, en son milieu ou aux extrémités, des épaisseurs en bois qui limitent la compression.

Les tampons pressent rarement sur les côtés de la fusée contre laquelle ils sont maintenus par des ressorts à lames ou par leur propre poids (système Beuther).

Afin d'éviter le déversement latéral, les tampons sont guidés par des pitons en fonte autour desquels s'enroule la spirale du ressort, par des portées ou des cavités gudant la carcasse, etc.

Aux coussins sont généralement fixées des mèches en coton ou en laine filées ou tressées plongeant dans l'huile.

Les tampons, avant d'être employés, sont immergés dans l'huile pendant assez longtemps pour en être imbibés à fond.

Il a été dit ci-dessus comment, dans le graissage mixte, la graisse arrive au coussinet en cas de chauffage.

GRAISSAGE, LEVAGE ET VISITE.

Lors de la mise en service du matériel roulant, les boîtes de graissage sont alimentées de façon à assurer la lubrification de l'essieu pendant un certain temps, après lequel il faut, soit restituer au récipient la quantité d'huile consommée ou disparue, soit la renouveler en tout ou en partie.

Deux systèmes sont suivis par les Compagnies de chemins de fer : celui du *graissage périodique* et celui du *graissage ordinaire*.

Dans le premier, les boîtes sont pourvues réglementairement à des époques *fixées* de la quantité de matière lubrifiante nécessaire pour une période plus ou moins longue *fixée* également. Dans le second, les graisseurs versent, dans les godets des boîtes du matériel en cours de transport, l'huile en quantité indéterminée d'après les besoins, dont ils sont seuls juges.

A proprement parler, ainsi que le dit M. Becker, le graissage ordinaire se fait également par périodes; mais ce sont des périodes non réglées et beaucoup plus courtes.

Le graissage périodique exige conséquemment des réservoirs d'huile plus grands généralement que le graissage ordinaire. Il permet de remplacer les godets d'introduction d'huile par des bouchons à vis, car le graissage ne se fait en cours de route qu'en cas de chauffage; l'introduction du sable, de la poussière, l'altération, la déperdition de l'huile par le godet et même par les joints peuvent être mieux combattues; les manipulations des huiles sont réduites à leur minimum; les pertes qui en résultent, le gaspillage et les détournements en sont diminués d'autant.

Depuis son introduction, le graissage périodique a donné d'excellents résultats tant au point de vue de l'économie réalisée en matières lubrifiantes qu'à celui de la sécurité du graissage et du nombre de chauffages de boîtes.

Au chemin de fer de la rive gauche du Rhin, le graissage périodique se fait de la manière suivante, qui est du reste, à peu de chose près, celle qui est généralement employée en Allemagne, en Autriche-Hongrie, etc. :

Les voitures directes faisant de longs parcours ainsi que les wagons-poste sont graissés tous les quinze jours; les autres voitures à voyageurs, le matériel assimilé, de grande vitesse, une fois par mois; les wagons à marchandises, tous les deux mois. L'indication de ces périodes est peinte sur le brancard du véhicule, qui porte également une échelle des mois de l'année sur laquelle s'inscrit la date à laquelle est effectué le graissage en couleur à l'huile blanche pour les années paires, rouge pour les années impaires.

Le graissage est assuré exclusivement par des ateliers et des stations déterminées dites « stations de graissage ». Les wagons sortant de réparation doivent être remis par l'atelier dans des conditions parfaites sous ce rapport.

Les stations doivent veiller à ce que les wagons qu'il est temps de graisser soient envoyés à l'une des stations de graissage les plus rapprochées.

Les voitures à voyageurs, les wagons-poste et le matériel assimilé sont graissés normalement aux stations extrêmes; le délai après lequel le graissage doit être assuré lors de l'expiration de la période est de trois jours pour les voitures directes à long parcours et les wagons-poste, quatre jours pour les autres voitures à voyageurs et le matériel assimilé, et huit jours pour les wagons à marchandises.

remplacent l'huile dans les dessous de boîtes à des intervalles assez rapprochés pour rendre normalement le graissage en cours de route presque inutile. Ainsi, le Nord français remplace tous les mois l'huile des boîtes du matériel à grande vitesse, l'Est français, tous les deux mois pour le matériel des trains rapides, tous les quatre mois pour le matériel à voyageurs et les fourgons, tous les six mois pour les véhicules à marchandises.

Les boîtes de graissage, les essieux, les coussinets, les ressorts de suspension, etc., sont soumis à une revision périodique minutieuse qui exige le démontage des boîtes et le *levage* du wagon.

Le levage du matériel roulant se faisait autrefois à des intervalles rapprochés.

Depuis lors l'expérience a montré que les améliorations successives apportées dans la construction des wagons et de leurs pièces de rechange rendraient la fréquence de ces levages sans utilité.

Le levage fréquent du matériel a le grave inconvénient d'immobiliser le matériel, d'exiger des emplacements considérables, un personnel nombreux, en un mot, de coûter cher.

Au point de vue spécial du chauffage des boîtes de graissage, le levage a en outre pour conséquence de troubler, pour ainsi dire, la bonne harmonie qui existe entre les fusées d'essieux et leurs coussinets, qui fait que les chauffages sont plus rares aux véhicules ayant roulé un certain temps qu'à ceux qui sont sortis récemment du levage : et cela se conçoit aisément.

Le levage fréquent du matériel a donc pour résultat immédiat de multiplier les chances de chauffage. Or, une boîte chauffée exigeant souvent le levage complet du wagon, le remède apporté à la boîte en mauvais état est nuisible aux autres : il y a là une espèce de cercle vicieux qu'il importe d'éviter en distançant les levages autant qu'il est possible. C'est dans ce but que des chemins de fer ne procèdent plus à cette opération que quand elle est rendue indispensable par le remplacement d'un coussinet usé, d'un essieu dont la fusée est arrivée à la limite d'usure, et surtout d'une paire de roues à retourner. Tel est le système suivi entre autres par le chemin de fer de l'Est et le chemin de fer du Nord français.

En Allemagne, le règlement de police des chemins de fer dit que le matériel roulant devra être levé de temps en temps : au plus tard deux ans après sa mise en service ou après le dernier levage. Les voitures à voyageurs, les voitures-poste et les fourgons à bagages doivent être levés après un parcours maximum de

30,000 kilomètres. En général, les chemins de fer allemands se règlent sur ces maxima.

La loi néerlandaise exige également le levage périodique, tous les deux ans au plus tard.

En Autriche, il se fait tous les quatre mois pour les voitures des trains express, soit après un parcours de 30,000 kilomètres; tous les douze mois pour le matériel des trains de voyageurs ordinaires, soit après un parcours de 30,000 à 40,000 kilomètres; tous les douze ou dix-huit mois pour les wagons à marchandises.

Le chemin de fer de Paris-Orléans lève le matériel de grande vitesse tous les deux mois, le matériel ordinaire à voyageurs tous les quatre mois et le matériel à marchandises tous les douze mois.

Au chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, lors du levage, les coussinets qui peuvent être encore conservés en service sont repérés.

Le chemin de fer de l'État belge lève le matériel à voyageurs tous les quatre mois et le matériel à marchandises tous les deux ans.

En dehors du levage périodique, certaines Compagnies procèdent à des *visites* qui consistent dans le démontage des dessous de boîte, l'inspection de la fusée, du coussinet, du tampon, etc.

Le chemin de fer du Nord français change le dessous de boîte, renouvelle l'huile et les tampons tous les mois aux véhicules marchant à grande vitesse.

Le chemin de fer de Paris-Orléans ordonne la visite des dessous de boîtes dont la marche a été régulière vers le milieu de l'intervalle qui sépare deux levages consécutifs. La Compagnie de l'Est fixe dans les mêmes conditions la visite des boîtes : tous les deux mois pour les wagons-poste et le matériel des trains rapides; tous les quatre mois pour les voitures à voyageurs et les fourgons; tous les six mois pour les véhicules à marchandises.

Au chemin de fer de l'État belge, la visite périodique coïncide avec le renouvellement de l'huile et du tampon graisseur dans le matériel à marchandises; elle a lieu conséquemment tous les huit mois

Dans le but de réduire autant que possible la dépense en matières lubrifiantes, des Compagnies de chemins de fer ont organisé un système de *primes* distribuées aux agents qui réalisent des *économies dans la consommation de l'huile*, etc., nécessaire au graissage du matériel roulant.

Il ne faut pas cependant que ces primes engagent les graisseurs à ne pas alimenter suffisamment les boîtes et à provoquer ainsi des chauffages; pour parer à cet inconvénient, des amendes forment la contre-partie des primes; elles sont comminées en cas de chauffage de boîte pour cause de manque d'huile.

Au chemin de fer de l'Alsace-Lorraine, par exemple, où le graissage se fait en cours de transport par le serre-frein à bord du train, on emploie le système suivant : Une consommation maxima par 10,000 essieux-kilomètres est accordée; elle est différente pendant les mois d'été et pendant les mois d'hiver. Toute économie d'un kilogramme d'huile donne droit à une prime de $0^{mk}20$, jusqu'à concurrence d'une économie atteignant 50 p. c. de la consommation maxima. Au delà, il n'est plus rien payé.

Par contre, un graissage négligé ayant dans la suite pour conséquence le chauffage des boîtes donne lieu à une amende d'un marc.

Le serre-frein qui pendant un mois a rendu à destination tous les trains qu'il a accompagnés sans qu'il se soit produit de chauffages reçoit une prime de 3 marcs.

Si, au contraire, dans le courant du mois il se produit trois chauffages ou plus, le serre-frein perd tout le boni qu'il peut avoir acquis à ce moment, et subit en outre l'amende fixée plus haut.

Au chemin de fer de la Rive gauche du Rhin, une pénalité est en outre infligée au serre-frein pour tout kilogramme consommé au delà du maximum établi.

Dans les chemins de fer où le graissage des trains est assuré en tout ou en partie par des graisseurs à poste fixe, il faut évidemment intéresser également ces derniers aux économies. Certaines Compagnies font aussi participer aux primes d'économie et aux pénalités le personnel qui a procédé au levage des wagons.

Le chauffage des boîtes ne provient évidemment pas uniquement du manque de matière de graissage; il est très souvent attribuable à des causes diverses dont les ateliers de levage ou de visite sont responsables : mauvais ajustage, tampons défectueux, etc.

Il paraît donc rationnel de ne pas se borner à récompenser ou punir le graisseur, selon le cas, pour arriver à une diminution de consommation d'huile; il faut encore récompenser ou punir les ateliers de levage ou de visite, pour *diminuer le nombre de chauffages de boîtes.*

La grande difficulté dans ces divers systèmes est d'établir nettement les responsabilités. Voici la solution à laquelle s'est arrêtée le chemin de fer hollandais :

Les primes et les amendes relatives à la consommation de l'huile s'établissent d'une manière analogue à celle du chemin de fer de l'Alsace-Lorraine; seulement elles sont au bénéfice ou à la charge des graisseurs et des *leveurs*, sauf dans le cas où il est prouvé que l'échauffement est bien dû au manque d'huile; le graisseur subit alors seul la pénalité. D'un autre côté, tout chauffage qui se produit endéans les trois mois à partir de la sortie du levage du véhicule ou avant un parcours de 10,000 kilomètres, donne lieu à une pénalité à charge des leveurs, à moins qu'il ne soit péremptoirement établi qu'il n'est pas attribuable à l'atelier.

La Société d'exploitation des chemins de fer de l'État néerlandais procède d'une manière à peu près semblable; seulement les agents qui ont participé à la revision du matériel reçoivent une prime pour tout wagon qui effectue sans chauffage un parcours déterminé : l'importance de la prime s'accroît en même temps que le parcours augmente.

Le chemin de fer du Grand Central Belge établit une prime de 50 centimes par véhicule qui reçoit une nouvelle marque de visite; elle est partagée entre : *a*) le chef-visiteur ou contremaître; *b*) le brigadier ou surveillant; *c*) les ouvriers. Une retenue de 10 francs est prélevée sur le montant des primes à chaque chauffage survenu pendant le courant du mois même de la visite ou pendant le courant du mois suivant, aux wagons visités à l'atelier central de Louvain. Cette retenue est partagée entre les mêmes agents et dans la même proportion que les primes.

Le régime du graissage périodique a l'avantage d'assigner les responsabilités d'une façon plus précise; elles se répartissent en effet entre l'atelier de levage et la station de graissage; elles peuvent incomber dans certains cas complètement à l'un des deux et même à un seul agent qui, les opérations journalières [illegible]

nombre de chauffages du trimestre et le quotient obtenu de cette manière donne droit à une prime de 1 fl. 20 k. par unité.

Ces primes sont distribuées aux graisseurs et aux visiteurs. Par contre, ils subissent des pénalités équivalentes si la consommation d'huile ou le nombre des chauffages sont plus grands.

Bruxelles, 15 août 1887.

1re NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DU NORD FRANÇAIS

On fait usage des graissages à l'huile, au suif et à la graisse; toutefois, on peut dire que le graissage à l'huile est employé d'une façon générale, et les deux autres à titre d'exception.

Nature des huiles. — L'huile employée actuellement est un mélange d'huile de naphte russe, dite « Mazout », et d'huile de colza; les proportions du mélange sont les suivantes :

Pour le graissage des essieux de voitures et wagons	80 parties d'huile de naphte. 20 — — de colza.

. . . . . .

[redacted]

La graisse employée dans les réservoirs supérieurs des boîtes à huile des voitures et wagons a la composition suivante :

Suif de la Plata	36.5
Suif d'atelier	8.2
Eau	55.3

(Ce qu'on appelle suif d'atelier est le résultat de l'épuration des vieilles graisses.)

Dépense annuelle de graissage par véhicule kilométrique. — La dépense annuelle de graissage par véhicule kilométrique est de fr. 0.0012 environ.

Comme résultats donnés par le système de boites adopté par le chemin de fer du Nord, nous signalerons les nombres de chauffages de boîtes qui ont été relevés par mois en 1886 sur le matériel à grande vitesse.

Sur un nombre de 18,144 boîtes à huile de ce matériel, le maximum des chauffages a été de 425 au mois de juillet, et le minimum de 150 au mois de décembre, soit en moyenne 287 chauffages par mois ou 1 1/2 p. c. des boîtes à huile.

Pendant ces mêmes mois, les nombres de véhicules qui ont dû être retirés des trains pour chauffages dangereux ont été de 18 en juillet et 6 en décembre, soit en moyenne 12 par mois.

Les résultats ci-dessus marquent une amélioration sensible sur les années précédentes, amélioration attribuée en partie aux dispositions prises pour fermer les boîtes à huile, à l'arrière, d'une façon aussi hermétique que possible.

2e NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'EST FRANÇAIS

Le système de boîte à huile adopté par la Compagnie de l'Est est en service depuis 1878, époque de la création de nos nouveaux types de véhicules.

La boîte correspondant à la fusée de 90 millimètres de diamètre, de beaucoup la plus répandue, est admise d'une manière générale pour nos constructions de matériel et dans les substitutions de graissage.

Cette boîte, uniquement à huile, n'alimente la fusée que par sa surface inférieure, et cela au moyen d'un tampon, disposition qui réalise le principe de l'introduction de l'huile du côté où la pression est minimum. La disposition d'un réservoir alimentant la fusée par le dessus du coussinet a été écartée. Des essais, avec lesquels concordent absolument les expériences de M. Beauchamp-Tower, nous révélèrent les inconvénients des rainures et pattes d'araignée que nécessite ce système. La surface de contact de notre coussinet n'est donc diminuée en aucune façon.

Pour le prompt examen des fusées et la facilité des revisions, la boîte de la Compagnie de l'Est est en deux pièces. Le joint est assez élevé au-dessus du niveau de l'huile pour éviter les pertes et laisse néanmoins, au-dessus de la boîte, une hauteur telle que les coulisses dans lesquelles s'engagent les plaques de garde soient solidement reliées à ce dessus. Ces coulisses ménagent un jeu de 5 millimètres tout autour des plaques de garde pour le matériel à marchandises. Elles descendent latéralement au-dessous du joint, de façon à donner assez de hauteur au guidage et à permettre l'absence de guide au dessous de boîte. Celui-ci, réduit au rôle de récipient de l'huile et du tampon-graisseur, évite les chocs directs qui nuiraient à l'étanchéité du joint. La jonction des deux parties de la boîte s'effectue par deux boulons de 23 millimètres de diamètre à filet rond (pas de 4 millimètres), que nous avons reconnu être plus résistant aux chocs que le filetage triangulaire. Les contre écrous ont été remplacés par des rondelles Grover de 5.5 millimètres d'épaisseur. Ces rondelles s'opposent plus efficacement au desserrage et permettent d'opérer avec plus de rapidité le remplacement d'un tampon-graisseur ; cinq minutes suffisent maintenant pour cette opération. Entre le dessus et le dessous de boîte, est interposé un joint en cuir à courroie de 3 à 4 millimètres d'épaisseur.

Le dessus de boîte porte deux oreilles servant à le relier rigidement au ressort de suspension par deux brides en étrier.

Le dessous de boîte est à fond plat pour éviter les pertes d'huile par renversement lors des démontages, il présente des cloisons verticales et deux tétons pour le guidage du tampon et de ses ressorts. Une nervure horizontale, disposée à l'arrière du dessous de boîte, empêche les pertes dans les oscillations du bain d'huile produites par les chocs et les passages en courbes. Cette disposition s'est montrée des plus efficaces : des boîtes munies de cette nervure et montées sur des voitures circulant dans les trains express, ont dépensé 9kg93 d'huile pour 1,000 kilomètres de parcours, alors que des boîtes sans nervure, mais identiques sous tous les autres rapports, ont eu une consommation de 41kg25 pour le même parcours, et quoiqu'elles fussent appliquées à des voitures de banlieue, c'est-à-dire exposées à des chocs bien moins violents.

Le godet-graisseur est placé sur le côté du dessous de boîte pour diminuer ses risques de rupture, son couvercle est maintenu à l'état de fermeture par un ressort en u qui fonctionne dans de très bonnes conditions.

Un obturateur maintenu dans des logements rectangulaires ferme l'arrière de la boîte. Cet obturateur est en deux pièces appuyées constamment contre l'essieu par deux ressorts à lames fixés l'un au fond du logement inférieur, l'autre à la partie supérieure de l'obturateur. Celui-ci est confectionné en cuir à courroies et a une épaisseur de 13 millimètres obtenue par l'interposition entre deux cuirs de 5 à 6 épaisseurs de drap, le tout assemblé par un vissage analogue à celui de la cordonnerie mécanique. L'interposition du drap a pour résultat de supprimer le sifflement du cuir pendant la marche à petite vitesse. Cet obturateur n'entame pas l'essieu et s'oppose efficacement à l'entrée des poussières.

Le tampon-graisseur est guidé par une carcasse en tôle de forte épaisseur (2 millimètres) difficilement déformable; le velours, solidement fixé par clouage sur une garniture en bois de hêtre, est en laine, à filaments longs et soyeux; il est très fourni et alimenté par 9 mèches en coton. De petits tasseaux, ne portant sur la fusée qu'en un point, empêchent, sans nuire au graissage, une trop forte compression du velours et en ralentissent l'usure.

Le coussinet est à pans; les deux pans verticaux descendent jusqu'à l'axe de la fusée afin d'empêcher les déplacements de coussinet produits par les manœuvres à coups de tampon. Un téton venu de fonte sur le pan supérieur concourt au même but. Le coussinet ne présente ni rainure ni patte d'araignée. La corde de sa portée sur la fusée est réglée comme suit pour tout le matériel :

	Millimètres.	Millimètres.	Millimètres.
Diamètre de la fusée	80	90	105
Corde de la portée.	64	70	83

Lors de l'ajustement des coussinets, il est prescrit de remplacer par un petit congé les deux arêtes longitudinales de la portée, de donner un jeu longitudinal de 2 millimètres sur la fusée et d'éviter que le coussinet ne porte dans le fond du congé de raccordement de la fusée à la portée de calage. Les coussinets en bronze ne doivent plus être remis en service lorsque leur épaisseur est réduite à 10 millimètres ou lorsque leur jeu longitudinal de 2 millimètres atteint 10 millimètres.

31 mars 1887.

3e NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER MÉRIDIONAUX (ITALIE)

Il est bien difficile de répondre directement à la question du meilleur système de graissage, la convenance et la perfection du graissage n'ayant pas toujours dans toutes les circonstances d'exploitation le même degré d'importance, mais on peut dire d'une manière générale que le graissage à la graisse n'est presque plus usité, et que généralement on emploie de l'huile. On a été en Italie spécialement conduit à étudier l'emploi de l'huile parce que les hautes températures existant une bonne partie de l'année sur la plus grande partie du réseau italien rendaient l'emploi de la graisse assez difficile. L'huile employée généralement par l'Administration du réseau adriatique italien est l'huile d'olive, en raison du bas prix relatif de cette huile en Italie; mais elle est encore trop chère et l'on fait des expériences suivies pour adopter des huiles minérales.

Il est presque impossible de répondre d'une manière satisfaisante à la seconde partie de la

DISCUSSION EN SECTION

(2e SECTION)

Séance du 20 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. BELPAIRE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BANDERALI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. HUBERT

M. le Président. La parole est à M. Hubert, ingénieur en chef, inspecteur à la direction de la traction et du matériel des chemins de fer de l'État belge, pour faire l'exposé de la question du *Graissage.*

M. Hubert donne lecture de la première partie du rapport rédigé par lui et inséré dans le *Bulletin* (1). Cette première partie traite des *Matières lubrifiantes employées au graissage du matériel roulant.*

Faisant l'historique de l'introduction des huiles minérales dans le graissage du matériel roulant, M. le rapporteur dit en résumé ce qui suit : « Vers 1860 se fonda en Autriche la raffinerie de pétrole viennoise de C. Wagenmann, dans le but principal de traiter les pétroles de Galicie; elle produisit les premières huiles de graissage applicables aux chemins de fer. En 1867, nous voyons les huiles minérales fabriquées et employées au matériel roulant en Amérique. Enfin, depuis 1878, la Russie produit des quantités énormes d'huiles minérales de graissage connues sous le nom d'huiles de Ragosine, oléonaphtes, etc. »

(1) Voir vol. I, n° 8, août 1887, 3e fasc., p. 786.

M. Polonceau (*France*). L'huile minérale de Wagenmann est en général un mélange d'huile de colza et d'huile minérale.

M. Hubert. Dans l'ouvrage de M. L. Becker d'où j'ai extrait ces renseignements, ouvrage intitulé : *Ueber das periodische Schmieren der Eisenbahnwagen*, etc. (Vienne, 1880), voici ce que je trouve : « Le directeur de la raffinerie viennoise, M. Matscheko, aide des essais pratiques de M. l'ingénieur en chef des chemins de fer L. Becker, produisit la première huile minérale de graissage applicable aux chemins de fer; elle fut employée soit *pure* (*in ungemischtem zustande*), ou mélangée avec des huiles végétales. »

M. Polonceau. Quand j'étais en Autriche, j'ai fait des affaires avec M. Wagenmann. Aucune Compagnie n'employait en Autriche des huiles minérales pures, mais bien des huiles appelées huiles minérales, et contenant une certaine proportion d'huile de colza ou de navette. C'est seulement dans ces dernières années qu'on a employé l'huile minérale pure.

La Société autrichienne-hongroise prévilégiée des chemins de fer de l'État a fabriqué à Orawitza des huiles qu'on composait d'une certaine proportion d'huile de schiste d'abord, et ensuite de pétrole de Roumanie et d'huile de colza. En général, en Autriche, en Hongrie et en Allemagne, on appelle huile minérale un mélange d'huile de colza et d'huile minérale. Ce n'est que depuis trois ou quatre ans qu'on a employé des huiles minérales pures sur une certaine échelle. A cette époque, la Russie a importé les huiles minérales du Caucase.

M. Hubert donne lecture de la deuxième partie de son exposé, intitulée : *Boîtes*

voyageurs, mais sur des wagons à marchandises. Il n'y a pas de comparaison entre les chocs subis dans les deux cas. Sous le rapport de la solidité, telle boîte peut suffire dans le premier cas et être insuffisante dans le second.

M. Hubert reprend la lecture de la troisième partie de son rapport, intitulée : *Coussinets*. Il signale les excellents résultats qu'a donnés l'emploi du métal blanc dans les boîtes alimentées au moyen d'huiles minérales.

M. Nagelmackers. En 1885, nous n'avions pas de métal blanc sur nos voitures. Nos voitures à bogies ont fait 1,302,000 kilomètres pour chaque chauffage de boîte. En 1886, nous n'avions que du métal blanc sur les voitures à bogies; nous avons parcouru 3,151,000 kilomètres sans chauffage de boîte. Les chiffres varient donc en moyenne presque du simple au triple.

M. Hubert termine la lecture de son rapport, dont les deux dernières parties s'occupent des *Appareils conducteurs du lubrifiant*, du *Graissage*, du *Lavage* et de la *Visite*.

M. le Président. Vous venez d'entendre le rapport si complet de M. Hubert. Nous pourrions en reprendre successivement les points principaux et voir quelle est l'opinion dominante. Je vous propose d'aborder cette discussion dans une séance que nous aurions ici, après la réunion plénière de cette après-midi. (*Adhésion.*)

Séance du 20 septembre 1887 (après midi)

PRÉSIDENCE DE M. BELPAIRE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BANDERALI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. HUBERT

La séance est ouverte à 4 heures 1/4.

M. le Président. Nous avons entendu ce matin le rapport de M. Hubert sur la question du graissage.

Nous pourrions prendre successivement les différents points qui y ont été traités. (*Adhésion.*)

La matière lubrifiante fera donc en premier lieu l'objet de notre examen. Actuellement, on emploie beaucoup de graisse solide pour les locomotives et on s'en trouve bien.

M. Polonceau. C'est une matière spéciale exigeant l'emploi d'appareils spéciaux. On ne peut pas appeler cela de la graisse. Ce procédé de graissage est d'ailleurs encore dans la période d'essai.

La graisse comme matière de graissage des wagons est maintenant abandonnée partout. Je ne crois pas qu'il y ait d'exception, c'est-à-dire que je ne crois pas que l'on construise du matériel roulant avec des boîtes lubrifiées exclusivement à la graisse.

Depuis longtemps, la Compagnie d'Orléans n'a plus employé la graisse que comme mesure de sécurité. Les Compagnies ont chacune un certain nombre de boîtes à graisse d'ancien modèle; elles attendent pour y renoncer que les vieux véhicules soient réformés.

Je crois devoir signaler, en l'absence de mon honorable collègue M. Henry, ingénieur en chef de Paris-Lyon-Méditerranée, qu'il a fait des expériences très intéressantes sur le graissage à l'huile minérale et à l'huile de colza. A la Compagnie d'Orléans, nous avons employé, dans une forte proportion, le mélange d'huile de résine, d'oléonaphte, avec peu ou pas d'huile de colza et nous sommes arrivés à avoir des chauffages nombreux. Depuis deux ans, nous avons rétabli l'emploi, dans une certaine proportion, de l'huile de colza. Nous faisons le graissage au moment du levage avec de l'huile de colza. Nous mettons tremper pendant vingt-quatre heures les tampons graisseurs dans l'huile de colza et nous avons obtenu d'excellents résultats de cette mesure. L'huile minérale, nous en sommes convaincus, sur certaines lignes, dans des conditions d'exploitation spéciales, donne de bons résultats. Elle graisse parfaitement, mais sa propriété lubrifiante est moins considérable que celle de l'huile de colza.

La Compagnie de l'Est, qui l'emploie sur une grande échelle, a constaté qu'elle avait augmenté le nombre de ses chauffages, mais non dans une proportion anormale. On peut dire que les graissages aux diverses huiles donnent des résultats différents suivant les conditions d'exploitation, et qu'on peut les employer à peu près indifféremment. C'est à chaque Compagnie de voir quelle huile ou quelles compositions d'huile de graissage il lui convient mieux d'adopter.

M. le Président. Y a-t-il des Compagnies qui emploient exclusivement l'huile minérale?

M. Belleroche (*Belgique*). Sur le réseau du Grand Central Belge, nous employons l'huile minérale russe verte. Le nombre des échauffements, qui atteignait 1,400 il y a dix ans avec l'huile de colza, n'est plus aujourd'hui que de 350.

M. Polonceau. Sont-ce les mêmes fusées?

M. Belleroche. Oui, et ces fusées se trouvent dans des conditions peu favorables.

M. Polonceau. Les boîtes dont vous vous êtes servis avec l'huile de colza sont restées les mêmes?

M. Belleroche. Oui. Nous avons essayé le métal blanc. En vertu de la charge énorme que les coussinets supportaient avec des fusées de 13 sur 8, nous avons été obligés de l'abandonner. Nous avions aussi d'autres métaux, qui avaient donné, avec l'huile de colza, de bons résultats; avec l'huile minérale, nous avons dû y renoncer. Actuellement, nous employons les anciens coussinets en bronze. Au levage des wagons, nous remplissons les boîtes avec de l'huile de colza mélangée à 20 p. c. d'huile minérale. Nous croyons que le levage présente un certain risque d'amener des échauffements; l'huile de colza est un meilleur lubrifiant que l'huile verte. Quand la boîte a pris son pli, l'alimentation se fait exclusivement avec l'huile verte, au graissage dans les gares. La boîte contient en moyenne un tiers d'huile de colza et deux tiers d'huile minérale. C'est dans ces conditions que nous sommes descendus de 1,400 échauffements par an à 350.

M. Polonceau. Nous employons, à la Compagnie d'Orléans, à peu près la même proportion d'huile de colza. Notre huile de graissage pour les voitures et wagons a la composition suivante :

1° Été :

Huile de colza	25
— de résine	60
Oléonaphte	15
	100

2° Automne, printemps, hiver :

Huile de résine	80
Oléonaphte	20

M. Belleroche. Pour répondre au reproche que l'on a fait à l'huile minérale verte de contenir 25 p. c. de goudron, je dirai que cela ne nous a pas gênés le moins du monde. Le goudron est inerte, mais n'est pas une cause d'échauffement.

M. Lenz (*Autriche*). L'huile minérale est, depuis vingt-cinq ans et plus, employée sur notre ligne. Elle nous sert à graisser toutes les voitures à marchandises ainsi que les voitures à voyageurs. En ce moment, nous allons plus loin. Nous commençons déjà à appliquer cette huile aux cylindres des locomotives. Cette huile, fabriquée par la maison Wagenmann, a certaine spécialité que nous ne connaissons pas; mais nous en sommes très contents. Je puis dire que nos voitures à voyageurs sont aussi lourdes que celles des autres chemins de fer. Nous marchons toujours à une vitesse de 54 kilomètres par heure. Nos wagons à marchandises sont construits pour les transports de houille, non pas de 10 tonnes, mais de 15 tonnes avec deux essieux. Depuis trois ans, nous n'avons pas commandé d'autres wagons que de 15 tonnes.

M. le Président. Il serait assez intéressant de savoir si, oui ou non, ces huiles sont dégoudronnées. Nous avons fait, dans le temps, l'essai d'huiles non dégoudronnées. Nous avons constaté que la mèche s'engorgeait au bout de peu de temps. Nous avons fait ensuite venir de l'huile dégoudronnée. Le même inconvénient ne s'est plus présenté.

M. Lenz. Cette huile est dégoudronnée. Nous avons le graissage périodique, de manière que si elle contenait beaucoup de goudron, on s'en apercevrait. Nous continuons nos essais et nous appliquons cette huile de plus en plus sur les locomotives. L'économie faite sur les autres huiles — celle d'olive, par exemple, qui est encore d'un certain usage — est énorme.

M. Dieudonné (*France*). Sur le réseau de l'Est, nous avons eu quelques petites difficultés au commencement de l'application des huiles minérales. Nous les employons exclusivement dans le graissage de tout le matériel à voyageurs et à marchandises. Ces huiles nous donnent un résultat dont nous sommes absolument contents depuis que nous nous occupons de substituer le coussinet en métal blanc aux coussinets anciens en bronze.

Dans ces conditions-là, le résultat nous paraît aussi satisfaisant et aussi économique que possible. Je puis indiquer un chiffre dont je suis sûr et qui servira d'indication relative; c'est que nous avons un chauffage par 600,000 kilomètres de véhicule.

M. le baron Prisse (*Belgique*). On parle de métal blanc. Je l'ai employé il y a bien des années. Je sais par expérience que c'est une désignation extrêmement vague. Il y a du métal blanc qui est mou comme du plomb; il y en a d'autre qui est dur et cassant. Il serait intéressant de savoir quelle est la composition du métal blanc employé sur une grande échelle.

M. le Président. Nous y viendrons tantôt.

M. Delebecque (*France*). La Compagnie du Nord emploie aussi un mélange d'huile minérale et d'huile de colza; l'huile minérale est utilisée dans la proportion de 80 à 85 p. c., c'est-à-dire en grande quantité.

Je n'ai pas de fait particulier à citer. Cela marche très bien. Les chauffages n'ont pas augmenté. Ils sont très rares dans les voitures aussi bien que dans les machines.

Il y a une chose qui me surprend et au sujet de laquelle je demanderai une explication à M. Nagelmackers. Ses voitures traversent tous les réseaux possibles et s'accommodent de toutes les huiles de ces réseaux, c'est-à-dire que sur mon réseau, on mettra dans les boîtes une huile minérale d'une certaine espèce; sur le réseau de l'Est, une huile d'une autre espèce; sur celui de Paris-Lyon-Méditerranée, des huiles végétales, etc. Dans le commencement, je tracassais M. Nagelmackers pour ses chauffages fréquents. Aujourd'hui, les chauffages ont diminué, et même presque disparu.

M. Nagelmackers. Lorsque nous avons mis en œuvre le train d'Orient en 1883, le nombre des chauffages était considérable. Nous avions constaté qu'il était rare que le train arrivât avec sa composition à Giurgewo.

J'ai chargé nos ingénieurs de se rendre sur la ligne et de prendre des échantillons des différentes huiles employées. Sur les neuf Administrations par lesquelles nous passions, sept employaient des huiles différentes. La question n'était guère éclaircie par ce fait. Nous l'avons étudiée de plus près. Nous nous sommes occupés alors d'augmenter la dimension de nos fusées, et surtout de remplacer le bronze par le métal blanc.

Du jour au lendemain, sans aucune espèce de transition, les chauffages du train d'Orient ont disparu. Depuis vingt-neuf mois, notre train d'Orient a parcouru 11,322,000 kilomètres-voiture sans aucun chauffage. Si nous prenons la moyenne des chauffages de toute notre ligne, dont une partie seulement se trouve munie de métal blanc, nous constatons que, sur la moyenne de nos services

dont les boîtes sont munies de métal blanc, nous n'avons plus qu'un chauffage par 3,151,000 voiture-kilomètres.

M. Delebecque. Sur un parcours de 3,151,000 kilomètres, il arrive qu'une boîte se dérange ou qu'un coussinet se mette de travers. Ce sont de ces choses que nous n'éviterons jamais. J'arrive à cette conclusion : c'est que la nature du graissage n'est pas importante. L'essentiel est le bon montage et la matière du coussinet. Vous mettez, comme graissage, les matières les plus hétérogènes dans les boîtes.

M. Polonceau. Dans toutes ces huiles, il y a une certaine quantité d'huile de colza.

M. Nagelmackers. Je vous demande pardon : sur la ligne de Vienne à Giurgewo, on n'emploie que des huiles minérales.

M. Soumarokow (*Russie*). En Russie, on n'employait dans le temps que des huiles de colza. On est arrivé à fabriquer des huiles minérales qui ont remplacé, pour la plupart, les huiles de colza. Je désire vous rapporter les expériences que nous avons faites et que j'ai dirigées pour remplacer l'huile de colza par l'huile minérale. Au commencement, nous avons eu beaucoup de difficultés. La quantité de chauffages a augmenté considérablement. Nous n'avons plus aujourd'hui, chez moi, par exemple, que de l'huile minérale pour graisser non seulement les roues des voitures, mais les machines. Nous n'employons la graisse que dans des cas de chauffages exceptionnels. Toutes les locomotives sont graissées avec l'huile ordinaire de Ragosine, sans mélange. Certes, la quantité d'huile dépensée est beaucoup plus forte à raison du poids, mais l'économie atteint à peu près 10 p. c. de ce que nous dépensions auparavant.

Les mécaniciens sont contents. Nous avons introduit l'usage de cette huile comme une règle générale.

M. le Président. Quelle est la nature des surfaces en contact ? Est-ce le bronze que vous employez ?

M. Soumarokow. Ce sont des coussinets en bronze, mais garnis de métal blanc. Pour les voitures aussi, je dois confirmer ce que mes honorables collègues ont dit, à savoir que ce n'est qu'avec le métal blanc qu'on a la garantie de prévenir les chauffages. Ce n'est que depuis que nous avons introduit le métal blanc pour les coussinets que nous sommes tranquilles. Avec les coussinets en bronze, nous avons eu une quantité de chauffages.

M. Delebecque. Au Nord, nous n'employons que des coussinets de bronze sans métal blanc. Nous n'avons pu employer le métal blanc qu'en faisant une composition qui revenait aussi cher que le bronze. Par suite, nous n'avons pas cru qu'il y eût avantage. Le métal blanc ordinaire, qui contient beaucoup d'antimoine, est à bas prix, mais il se dégrade trop facilement.

Quel qu'il soit, vous le revendez avec peine comme vieux déchets, tandis que le bronze a toujours sa valeur.

M. Soumarokow. Pour les voitures à voyageurs, nous n'employons que du métal blanc très cher. Pour les voitures à marchandises, nous nous servons de métal blanc à bon marché avec prédominance de plomb au lieu d'étain.

M. Dieudonné. Nous employons énormément d'étain dans notre métal blanc. On recherche non une économie, mais une amélioration.

M. Polonceau. L'emploi du métal blanc est très ancien. Dans le temps, on n'avait que des essieux en fer; l'acier était une exception.

Toutes les fois que l'essieu avait chauffé, on regarnissait le coussinet avec du métal blanc et il ne chauffait plus. C'était une opération courante.

M. Delebecque. C'était un moyen analogue à celui de mettre de la mine de plomb sur les essieux.

M. Polonceau. Avec le métal blanc, il y a aussi des chauffages.

M. le Président. J'ai plus ou moins cherché à me rendre compte de l'influence que peut avoir le métal blanc. Je me suis demandé si elle n'était pas due à ce que la conductibilité de la chaleur était moindre pour le métal blanc que pour le bronze. Dans le temps, quand on avait des boîtes qui chauffaient, on y mettait de la fleur de soufre. C'était encore là l'interposition d'une matière éminemment peu conductrice de la chaleur. Est-ce à cela qu'on doit attribuer l'avantage qu'on y trouve? Je ne le sais.

M. Soumarokow. Le métal blanc est plus élastique que le bronze. Donc, si quelque trouble intervient, il n'a pas de suites si fâcheuses.

M. Polonceau. Quand il y a un commencement de chauffage, le métal blanc effectue une sorte de graissage qui empêche l'échauffement immédiat, et si, sous l'in-

fluence de l'augmentation de la température, la matière lubrifiante arrive suffisamment, le chauffage est arrêté.

M. le Président. Nous savons, dans nos ateliers, que le métal blanc enta le fer. L'usure est plus grande; c'est assez général.

M. Mayer (*France*). Le métal blanc a des compositions très diverses. Le coussinet en métal blanc que nous employons produit, en général, un très bon ef Indépendamment de la nature du métal, un autre élément à considérer est la for du coussinet; cette question se subdivise elle-même en deux :

1° *Profil longitudinal du coussinet.* En traçant ce profil, on doit chercher éviter les chauffages qui pourraient être occasionnés par le frottement des cong de la fusée, au passage dans les courbes; dans ce cas, la surface curviligne de fusée agit sur les coussinets un peu à la manière d'un alésoir ou d'une vrille; cet effet, il est bon qu'il y ait aux deux extrémités de la fusée, ou au moins l'une des deux, une surface verticale plane qui frotte sur le champ du coussinet au lieu d'avoir toute la surface de frottement courbe; ce résultat est facilité, dans les boîtes de la Compagnie de l'Ouest, par ce fait que le congé extérieur de la fusée est d'un rayon beaucoup plus petit que celui du congé de raccordement avec le corps de l'essieu;

2° Il y a aussi à considérer la forme du coussinet *dans le plan perpendiculaire à l'axe de l'essieu.* Depuis quelques années, il a été introduit dans nos boîtes, sous ce rapport, un changement assez radical qui nous est venu d'Angleterre. Au lieu de faire des coussinets embrassant une assez grande partie de la demi-circonférence de la fusée — ce qui offre pas mal d'inconvénients, entre autres celui de faire coincer les deux joues du coussinet au-dessous du diamètre horizontal aussitôt qu'il y a une certaine usure — on a réduit à une petite fraction de circonférence la largeur du coussinet. Cela a l'air quelque peu paradoxal, car on augmente ainsi la pression par centimètre carré, mais l'expérience prouve qu'il n'y a aucune partie du coussinet qui ne soit graissée. Quoi qu'il en soit, bien que cela soit un peu étonnant au premier aspect, il est parfaitement certain qu'on a un très bon résultat en réduisant beaucoup l'arc embrassé par le coussinet sur la fusée. C'est surtout avec du métal blanc que nous avons obtenu ce bon résultat. On doit aussi apporter beaucoup d'attention dans le tracé du contour supérieur du coussinet en contact avec la boîte.

Je dois faire observer que nous avons le graissage à la graisse, et non à l'huile.

Quant à l'huile minérale, dont on s'occupait tout à l'heure, nous l'employons en

grand, depuis longtemps, sur les machines locomotives. Nous avons eu, à l'origine, des difficultés à introduire cette innovation chez les mécaniciens. Depuis que nous avons le graissage à l'huile minérale de Ragosine et autres huiles analogues, ils l'admettent sans aucune difficulté.

M. Banderali. Voulez-vous me permettre de vous demander si votre composition de graisse varie, comme je le crois, suivant les saisons? Ainsi, vous avez, si je ne me trompe, une graisse d'hiver du 15 octobre à la fin février, qui renferme 40 p. c. de suif et 15 p. c. d'huile de palme. Vous y mettez même de la graisse russe. Vous avez ensuite une graisse d'été, qui est beaucoup plus simple; elle contient 50 p. c. de suif et 20 p. c. de soufre.

M. Mayer. Je ne suis pas en mesure de vous donner des chiffres, mais je puis dire qu'au lieu de soude, ce que nous employons, c'est du savon de soude fabriqué avec les vieilles graisses, et, dans l'hiver, du savon de potasse et de soude.

M. Banderali. Dans l'ordre d'idées où le Congrès est entré, on a obtenu, au point de vue du graissage, des résultats intéressants. C'est une statistique qu'il n'est pas difficile de donner.

Je ne suis pas partisan de la statistique quand même. Mais pour les questions de graissage, les renseignements sont si faciles à avoir que l'on pourrait, à certaines époques, fixer la situation des différentes Compagnies à ce sujet, et on arriverait ainsi à choisir des matières de graissage très économiques, en évitant en même temps les chauffages.

M. Mayer. M. Banderali m'a demandé si nous avons plusieurs graisses suivant les saisons. Certainement oui; cela découle du principe même du graissage à la graisse : la même composition ne serait pas applicable dans toutes les saisons. Il y a même ceci de particulier, c'est que la vraie difficulté de la graisse se présente en hiver pour les manœuvres de wagons, alors qu'il n'y a pas de machines de manœuvre dans les gares. Les équipes trouvent une très forte résistance; voici ce qu'on fait pour y remédier : le matin, le graisseur perce un trou dans la graisse jusqu'à la fusée, et coule dans les boîtes un peu d'huile. La difficulté ne se présente pas dans les grandes gares, parce que là il y a des machines de manœuvre. Néanmoins, de nombreuses réclamations ont été élevées à ce sujet, et telle est la cause de toutes les recherches que nous avons faites pour transformer nos boîtes à graisse en boîtes à huile. Nos recherches ont été infructueuses. Nous avons fait les expériences les plus nombreuses, les plus multipliées, pour tâcher d'arriver à une

bonne boîte à huile. Nous n'avons pas de parti pris. Nous avons essayé, mais sans succès, toutes les boîtes réputées les meilleures. Nous avons toujours trouvé, notamment sous le rapport des chauffages, une très grande infériorité. Le chauffage d'une boîte à huile, contrairement à celui d'une boîte à graisse, oblige presque toujours à retirer la voiture du train. Nous sommes beaucoup plus satisfaits de notre graissage à la graisse au point de vue de la fréquence et surtout de l'innocuité relative des chauffages. Telles sont les raisons pour lesquelles nous persistons dans la voie où nous sommes entrés depuis longtemps.

M. le Président. Votre intention est de continuer?

M. Mayer. Notre intention est toujours de chercher l'amélioration partout où elle peut exister; il paraît probable que si nous venons à réussir un graissage à l'huile, ce sera surtout pour les wagons à marchandises, bien plutôt que pour les voitures à voyageurs.

M. Banderali. Puis-je vous demander si vous n'avez pas des résultats précis au point de vue de la résistance que les boîtes à graisse offrent à la marche des trains? C'est une idée assez générale que, dans certaines saisons, au moins, on a une difficulté beaucoup plus grande à remorquer des trains graissés à la graisse que des trains graissés à l'huile.

M. Mayer. La difficulté est réelle en hiver pour les wagons qui sont mus à bras d'homme.

Il est certain que, dans les gares qui n'ont pas de machines de manœuvre et où l'on est obligé de pousser ces wagons quand il fait très froid, il faut employer des moyens particuliers à cause de la résistance. Mais dès que la graisse est fondue, dès qu'il y a un petit échauffement, c'est comme si on n'était plus en hiver. On se trouve en réalité, au point de vue de la résistance à vaincre, dans la saison représentée par la température qui est dans la boîte; il n'y a plus de difficulté.

M. Banderali. Soit; mais on n'en est pas moins dans la graisse au lieu d'être dans l'huile.

M. le baron Prisse. Notre personnel disait le matin, après une nuit froide : « Les wagons sont gelés. »

M. Banderali. Même dans l'emploi de l'huile, il y a des différences au point de vue de la résistance à la traction, suivant la composition de l'huile et la saison.

Ces différences que nous remarquons avec des huiles de diverses compositions ne se retrouvent-elles pas quand il s'agit de graisse?

C'est un point intéressant. Peut-être y aurait-il lieu de travailler la question de façon à la trancher définitivement.

M. Belleroche. Les essais comparatifs de résistances ont été faits généralement avec des huiles pures, des huiles neuves. Dans le matériel courant, l'huile contenue dans les boîtes s'y trouve depuis un à douze mois, donc dans des conditions défavorables, qui anéantissent en partie la supériorité des huiles claires. On trouve des différences énormes dans les coefficients de résistance des wagons.

Des expériences concluantes ont été faites à ce sujet au chemin de fer de l'Est français.

M. Dieudonné. M. Belleroche fait allusion à des expériences faites par moi à la Compagnie de l'Est, il y a une vingtaine d'années. A cette époque, nous avons demandé à la Compagnie de l'Ouest de nous fournir un tonneau de sa graisse en service. Nous avons pris deux wagons plats chargés, à 10 tonnes, de façon à écarter autant que possible la différence de résistance de l'air. Ces deux wagons plats ont été graissés, l'un avec de l'huile, l'autre avec la graisse que la Compagnie de l'Ouest nous avait fournie. Nous les avons lancés à une vitesse initiale mesurée sur un palier. Nous avons mesuré les espaces parcourus jusqu'à l'arrêt sur ce palier et sur voie bien dressée. Dans ces expériences, les résultats ont été absolument différents avec les deux systèmes de graissage. Le wagon graissé à l'huile a parcouru des distances extrêmement plus considérables pour s'arrêter, avec une même vitesse initiale. Il roulait pendant un nombre plus grand de mètres que le wagon graissé à la graisse. Ces expériences nous ont engagés, à une époque où la Compagnie de l'Est hésitait encore, à nous lancer franchement dans le système des boîtes à huile. Peut-être le réseau de l'Ouest n'est-il pas dans des conditions comparables aux nôtres au point de vue des températures. La température moyenne d'hiver est supérieure à celle de nos régions de l'Est. Les inconvénients de la graisse s'accentueraient chez nous plus qu'à l'Ouest pendant l'hiver. Quand nous abordons les régions voisines des Vosges, on est au-dessous de zéro pendant des mois.

Dans ces conditions, nous aurions énormément de peine à faire notre traction avec les boîtes à graisse, auxquelles nous avons renoncé.

M. Mayer. Il y a deux points dans cette discussion : il y a l'effort de traction et

les chauffages. Il est important de distinguer les deux questions. Comme je l'ai d dit, nous avons fait de fréquentes recherches pour transformer nos boîtes à grai pour essayer les boîtes à huile principalement sur les wagons à marchandi Les chauffages qui résultent des boîtes à huile nous gêneraient surtout pour voitures à voyageurs. Mon intention a donc toujours été de chercher un graiss à huile, au moins pour les wagons à marchandises. J'ai trouvé dans le perso une répugnance énorme à adopter le graissage à huile, notamment pour les tures à voyageurs, au point de vue des chauffages. Cette question des chauffa dans les boîtes à huile a été chez nous un véritable épouvantail pendant de breuses années. Quant à la résistance provenant du frottement des fusées, n l'avons toujours trouvée très faible pour les trains en route. On a parlé to l'heure d'expérences faites sur un wagon isolé et sur une voie parfaitement h zontale.

Suivant moi, ce n'est pas ainsi qu'il faudrait procéder. Je crois que la vérit manière de se former une opinion à ce sujet, c'est de prendre un train en comprenant uniquement les boîtes à expérimenter, de mettre un wagon dynam mètre en tête, puis de faire les expériences dans les conditions ordinaires et e rantes du service. Voici pourquoi. Dans un train tout entier, on peut admet qu'il y a des boîtes à tous les états, il y a des boîtes qui ont plus de tendance chauffer, soit par un défaut de montage, soit parce qu'il peut s'en trouver contiennent un grain de sable. Si vous prenez un wagon particulièrem soigné pour faire une expérience, il est probable qu'elle ne s'opérera pas dans conditions où se trouve la traction ordinaire. A ce propos, on peut observer qu'une expérience de précision faite sur une voie de niveau (même admettant qu'elle rende exactement compte de ce qui se passe dans la pratique), plus la même portée relative qu'autrefois, depuis qu'on admet des rampes p importantes dans les profils de ligne et qu'on a des machines très puissantes. par exemple, deux boîtes comparées sur palier donnaient, ce qui est énorme, écart de 10 p. c. dans la résistance du frottement des fusées (3 kilogrammes 3*30 par exemple), cette grande différence n'équivaudrait pas à plus d'envi 1 p. c. de l'effort total de traction exercé sur les rampes où l'on admet acte lement la circulation à grande vitesse.

M. Dieudonné. Des expériences sur les trains complets ont été faites sur réseau de l'Est il y a vingt ans. Nous avions, à cette époque, une grande quant de matériel graissé à la graisse. Le graissage à l'huile ne représentait qu'un

d'ensemble. Il était donc très facile de composer des trains de marchandises de 60 véhicules garnis uniquement de boîtes à graisse et de 60 véhicules n'ayant que des boîtes à huile. L'expérience a été faite sur 10, sur 20 trains. Les résultats ont été concluants. Ils ont confirmé ceux déjà obtenus avec les wagons isolés. Nous n'avons aucune hésitation à admettre que les boîtes à huile diminueraient dans des proportions considérables la résistance, relativement aux boîtes à graisse.

M. Polonceau. A la Compagnie d'Orléans, l'essai a été fait de deux trains graissés, l'un à l'huile, l'autre à la graisse. Les résultats ont été en faveur de l'huile. On en a généralisé l'emploi. On a pu augmenter la charge des trains de 15 à 20 p. c.

M. Dieudonné. Cela peut valoir 15 p. c.

M. Polonceau. Sur les mêmes sections, aux mêmes vitesses, la charge brute remorquée par les mêmes locomotives a été augmentée par suite de l'adoption du graissage à l'huile.

M. le Président. Je me souviens de l'époque où nous avons renoncé à la graisse pour recourir à l'huile. Les machinistes, qui sont d'excellents appréciateurs à cet égard et qui, on peut le dire, ont un dynamomètre dans le ventre, étaient enchantés.

M. Delebecque. M. Belpaire doit se souvenir que quand il y avait un mélange d'huile et de graisse, les mécaniciens disaient : « Mon train est très dur. »

M. Mayer. Chez nous, ils disent le contraire.

M. Polonceau. Dans toutes ces questions, il est difficile d'avoir une opinion absolue. Cela dépend de la boîte à graisse, du coussinet, de la dimension de la fusée et de la vitesse.

M. Mayer. Cela dépend aussi de la nature de la graisse.

M. le Président. Je me souviens d'avoir vu un train se mettre en mouvement quand il gelait à pierre fendre. Les roues patinaient sur les rails, elles étaient calées.

M. Delebecque. Avec nos huiles, nous sommes arrivés à réduire les chauffages dans des proportions énormes. Dans nos trains de voyageurs, il n'y en a plus.

M. Polonceau. Ce que nous comparons actuellement n'est pas com

M. Mayer. La question posée par M. Banderali n'est pas de compare sage à l'huile d'un réseau avec le graissage à la graisse d'un autre ré question serait très difficile à résoudre. Il s'agit de comparer sur le mê un graissage avec un autre. C'est ce que nous avons fait dans des propor sidérables et pendant un temps très long. Nous avons cherché à amélio avait été constaté par l'expérience des voisins, à suivre la même marc pour savoir si elle était meilleure que la nôtre. Il ne s'est pas passé sans que nous fissions des essais de cette nature avec la bonne in réussir. Nous n'avons pas réussi pour les raisons que j'ai dites.

M. le baron Prisse. On parle d'expériences anciennes. Il y a une c qu'il ne faut pas oublier : lorsque nous avions le graissage à la graisse les diamètres de nos fusées étaient bien moindres qu'aujourd'hui.

M. Delebecque. Nous avons encore les mêmes essieux.

M. le baron Prisse. De quelle époque parlez-vous ?

M. Delebecque. D'il y a vingt ans.

M. le baron Prisse. J'ai en vue une époque plus éloignée.

M. Ely (*États-Unis*) [1]. Je désire soulever une question qu'il serai sant de traiter : celle de l'emploi du bronze phosphoreux pour les c Quant à nous, nous nous en trouvons très bien. Je veux aussi parler de autres points : d'abord, de l'emploi et de la matière des graissages soli à-dire de la graisse et des matières s'en rapprochant.

En Amérique, on a fait de longues expériences. Depuis sept à huit avons renoncé à l'usage de la graisse, parce qu'elle donnait un coefficien tement et de résistance si élevé que nous nous en trouvions très mal. Nou arrivés à l'emploi de matières de graissage liquides ; et pour les wagons, à huile telle qu'elle vient de la source. Il y a des huiles de natures différe que les unes s'appellent huiles d'été et les autres huiles d'hiver, quoiq toujours de la source.

Pour les voitures, nous n'employons pas cette huile naturelle sans pr Le mélange est formé pour un tiers d'huile minérale venant du puits, et tiers d'huile animale.

(1) Paroles prononcées en anglais et traduites en section par M. Banderali.

M. Delebecque. Pour les voitures à voyageurs ?

M. Ely. Il y a là aussi, suivant les saisons, une différence dans la nature des graissages employés pour les voitures : il y a, pour l'hiver, l'huile, et pour l'été, l'huile de lard (*lard oil*), qui est fabriquée probablement d'une manière différente par les divers fournisseurs. L'huile de lard vaut à peu près 4 francs pour 4 1/2 livres; l'huile minérale vaut 40 centimes pour la même quantité.

Voici comment l'achat de nos huiles se fait : Chaque mois environ, quinze des principaux propriétaires de sources de pétrole viennent au siège de l'administration générale. Ils apportent leurs huiles. Ces huiles sont essayées dans un bureau spécial. Il y a un poids spécifique parfaitement déterminé dont on doit se rapprocher.

La question d'économie est très importante à mes yeux. La construction des boîtes américaines est détestable. Ce sont des boîtes primitives, où le soin de recueillir les matières de graissage et de les ménager n'a été pris en aucune façon. Nous avons remarqué que, quelles que soient les matières que nous mettons dans les boîtes, il y en a toujours les deux tiers qui sont perdus. Une expérience très suivie nous a montré qu'un tiers seulement portait utilement. Dans ces conditions, quand il s'agit d'économie, il faut faire attention que les matières qu'on emploie ne soient pas trop chères. Du moment où les deux tiers sont perdus, on arrive à des résultats déplorables au point de vue de la dépense.

Au point de vue du métal blanc ou du métal employé, la composition du coussinet à laquelle nous nous sommes arrêtés, après de nombreux essais, comme étant la plus satisfaisante, est une composition de 75 p. c. de cuivre, de 10 p. c. de plomb, de 15 p. c. d'étain avec une proportion de 3 4 à 1 p. c. de phosphore.

M. Banderali. C'est ici que s'introduit la question du bronze phosphuré. A-t-on fait des expériences comparatives avec deux compositions différentes ?

M. Ely. La question se traite en ce moment. Il s'agit de savoir si le bronze phosphuré qu'on veut vendre plus cher a beaucoup d'avantages. J'ai suivi l'expérience sur 1,000 wagons montés d'une façon et 1,000 de l'autre. Je n'ai trouvé aucune différence au point de vue de l'usure. Le phosphore donne au métal une raideur qui a un certain avantage et qui empêche les coussinets de tourner et de se déformer.

M. Polonceau. Je puis donner des résultats d'expériences faites sur l'emploi des coussinets en bronze phosphoreux.

A la Société autrichienne-hongroise privilégiée des Chemins de fer, à Vienne, nous avons fait pendant trois à quatre ans des essais sur des centaines de wagons avec du métal Montefiore, avec du métal phosphuré Guillemin et avec des coussinets de bronze ordinaire. Nous avons constaté une diminution très considérable dans le nombre des chauffages par suite de l'emploi du métal en bronze phosphuré.

A la Compagnie d'Orléans, où nous employons sur une assez grande échelle le bronze phosphuré, que nous fabriquons nous-mêmes, nous avons obtenu d'excellents résultats, aussi bien pour les coussinets que pour les tiroirs des locomotives. Les tiroirs des locomotives étaient en bronze ordinaire. Ils se grippaient facilement. Nous les avons remplacés par des tiroirs de bronze phosphuré. Le grippage des tiroirs a diminué dans une forte proportion.

M. Hubert. Nous avons employé sur une vaste échelle le métal Montefiore pour les coussinets. Le nombre des chauffages a augmenté dans une proportion notable; nous avons reconnu, en outre, qu'un chauffage entraînait presque toujours la grippure du coussinet et de la fusée. Avec le bronze ordinaire, un chauffage n'avait pas ces conséquences désastreuses, et nous avons été obligés d'abandonner le métal Montefiore au moment où nous avions environ 30,000 véhicules munis de coussinets de l'espèce.

M. Polonceau. A la Société autrichienne-hongroise, nous nous sommes décidés à adopter le bronze phosphuré à la suite des essais tout à fait concluants que je viens de signaler.

M. Delebecque. Vous achetez votre bronze? Avez-vous affaire à des fournisseurs qui donnent toujours la même qualité?

M. Polonceau. Nous avons toujours la même qualité parce que nous fabriquons nous-mêmes, dans nos ateliers, notre bronze phosphuré.

M. Delebecque. Nous avons eu, en France, des variations impossibles à admettre dans un service régulier.

M. le Président. Je propose de remettre à demain matin la suite de la discussion. Je pense que M. Henry a des communications très intéressantes à nous présenter. (*Adhésion.*)

— La séance est levée à 6 heures 1/2.

Séance du 21 septembre 1887 (matin)

PRÉSIDENCE DE M. BELPAIRE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BANDERALI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. HUBERT

La séance est ouverte à 9 heures 1/4.

M. le Président. Nous pourrions, quoique nous ne soyons pas très nombreux, recommencer l'examen de la question du graissage, que nous avons abordé hier. Nous nous sommes étendus beaucoup sur la qualité des différentes matières de graissage. Nous avons examiné la valeur relative de la graisse et des huiles de différentes qualités. Je pense que tout ce qu'il y avait lieu de dire sur la question a été dit. Trouvez-vous, messieurs, qu'il y ait quelque utilité à continuer cette discussion? Nous pourrions passer, si vous voulez bien, à la boîte à graisse.

M. Verloop (*Pays-Bas*). Nous avons vu dans le rapport de M. Hubert que le coefficient de frottement, en employant l'huile minérale, augmente à peu près, je crois, de 20 p. c. L'huile minérale tend à l'emploi du métal blanc. Je désirerais savoir si le coefficient de frottement n'augmentera pas encore par suite de l'emploi du métal blanc. Je le crois, et je fonde ce sentiment sur ces faits: 1° qu'en touchant les boîtes qui sont graissées avec l'huile minérale, on leur trouve toujours une température plus haute que celle des boîtes qui sont graissées avec l'huile de colza; 2° que l'usure des métaux, aussi bien que l'usure des essieux, est beaucoup plus grande avec le métal blanc qu'avec le bronze. Je n'ai pas d'expérience sur cela. Je demande aux membres du Congrès si on a fait des expériences sur le coefficient de friction.

Un membre. Nous n'avons pas fait d'expériences exactes. Mais d'après l'opinion de notre personnel et d'après les rapports qui nous ont été faits sur cette question, le graissage à l'huile minérale pure donne une résistance plus considérable que le graissage à l'huile de colza. L'usure des fusées et celle des coussinets sont plus considérables avec le métal blanc qu'avec le bronze.

M. le baron Prisse. Je n'ai pas d'expérience pour les coussinets des voitures

de chemin de fer. Mais j'ai demandé hier quelle était la composition des métaux blancs ou du métal blanc, parce qu'elle varie infiniment. Dès 1834, un ouvrier mécanicien, à Paris, m'a donné une composition de métal blanc qui avait des propriétés très singulières. Elle renfermait exactement les métaux qui entrent dans le métal fusible, c'est-à-dire qu'elle contenait du bismuth en petite quantité, du plomb, de l'étain et surtout de l'antimoine. Ce métal, coulé à une température basse, n'avait presque pas de retrait. Quand on avait à remplacer rapidement un coussinet dans une machine, on pouvait parfaitement nettoyer la fusée, la mettre en place dans sa boîte ou dans un coussinet ayant l'ajustement; on pouvait fermer les orifices latéraux et couler ce métal, puis se mettre immédiatement en marche. Dans une de nos stations principales, j'ai employé ce métal. On n'a pas desserré les chapeaux de plusieurs coussinets. Deux arbres sont ainsi restés garnis et montés pendant plus de douze ans. On les a laissés intacts; puis, par curiosité, on a dit : Il faut voir comment cela se comporte. Ils s'étaient comportés parfaitement. Le travail effectué était assez régulier : il n'y avait pas d'usure du tout. Ce métal était beaucoup plus mou que le bronze. On pouvait l'entamer au couteau, mais il ne donnait pas d'usure. Je n'ai pas fait d'expérience sur le frottement proprement dit; je sais seulement que c'était d'une application très facile. J'ai fait des coussinets de ce même métal pour des arbres de bateau à vapeur, pour des bielles dont les coussinets s'usaient très vite; ce fait a été connu à Anvers. Il nous est même survenu ceci : Il y a quinze ou vingt ans, il arrivait, toutes les semaines, un bateau à vapeur faisant le trajet entre Hambourg et Anvers et dans lequel certains coussinets s'usaient tellement vite que l'on était obligé d'en avoir à bord toujours trois assortiments avant de se mettre en route. Depuis trois mois, on se plaignait de n'avoir pas fait un seul voyage sans avoir dû remplacer les coussinets. On avait, je ne sais comment, entendu parler des bons effets que nous avions obtenus. Ces gens étaient dans l'embarras. Ils nous dirent : « Ne pourriez-vous nous aider? » Nous y avons consenti moyennant le simple remboursement des frais. En un jour de temps, nous leur avons fait une garniture avec laquelle, à leur grand étonnement, ils ont accompli trois voyages sans avoir dû remplacer un seul coussinet. Ce métal, nous l'avons éprouvé, offrait un inconvénient : il ne résistait pas à un grippement; si l'huile manquait complètement, il s'échauffait. Alors, le métal fondait en raison de sa composition et d'une de ses qualités. Nous avons successivement modifié cette composition. Nous en avons essayé [illegible]s, mais sur une échelle tellement petite, que je ne crois pas utile de vous

M. le Président. Nous sortons un peu de notre cadre. Si nous pouvions reprendre la question de la lubrification?

M. Parent (*France*). M. Verloop vient de dire que, d'après le rapport de M. Hubert, le coefficient de frottement est augmenté de 20 p. c. lorsqu'on emploie l'huile minérale au lieu de l'huile de colza. Je désirerais savoir si ce chiffre résulte de longues observations faites sur des trains en service, ou s'il s'agit seulement d'expériences de laboratoire.

M. Hubert. Voici les chiffres exacts qui résultent des expériences faites par M. Beauchamp-Tower : La résistance moyenne opposée à la rotation de la fusée à une vitesse de 300 tours par minute par un coussinet chargé de 7 à 22 kilogrammes par centimètre carré, graissé par un bain d'huile à 15 degrés, est, par centimètre carré de portée :

Avec l'huile de spermacéti.	35	grammes.
— — de colza	36	—
— — minérale	43	—
— — de lard.	47	—
— — d'olive	48	—

M. Parent. Les expériences que nous avons faites et que nous poursuivons depuis plusieurs années ne me permettent pas d'accepter les chiffres qui viennent d'être donnés pour le colza et l'huile minérale. Pour nous, la différence entre les coefficients de frottement de ces deux huiles ne dépasse pas 5 à 6 p. c.

La Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée a d'ailleurs fait de son côté de nombreux essais sur ces huiles; j'espère que M. Henry voudra bien nous en faire connaître le résultat.

M. Polonceau. Vers 1855, la Compagnie d'Orléans a fait des essais sur un essieu chargé avec un ressort dans l'atelier. On n'a jamais pu arriver à empêcher le chauffage des coussinets, malgré un graissage abondant. Sous la charge que les coussinets supportaient en route ordinaire sans chauffer, ils chauffaient toujours à la machine à essayer.

M. Hubert. Les expériences de M. Beauchamp-Tower montrent que la pression maxima sans grippure est de 44 et même 47.45 kilogrammes par centimètre carré avec les huiles minérales et seulement 40 kilogrammes avec l'huile de colza.

M. Antochine (*Russie*). Je voudrais attirer l'attention du Congrès sur des expériences qui ont été faites en Russie et qui sont, sans doute, inconnues de M. le rapporteur. Elles sont dues à M. Pétroff, général-major du génie et professeur. Il y a deux ou trois ans, il a fait une série de trois à quatre mille expériences comparatives avec les différentes huiles végétales et avec un grand nombre d'espèces d'huiles minérales.

Elles ont été très soignées, de façon qu'il est permis de supposer que les résultats obtenus sont plus exacts que ceux de M. Beauchamp-Tower, au moins autant qu'il est possible d'en juger d'après les explications parues dans l'*Engineering*. Ces expériences ont donné des résultats tout autres que ceux que j'ai trouve dans le rapport de M. Hubert.

En Russie, sur 30,000 verstes, soit à peu près 30,000 kilomètres de chemins de fer, nous graissons, sans exception, avec les huiles minérales.

Les expériences de M. Pétroff ont démontré que, en appliquant certaines espèces d'huile minérale, le coefficient de frottement descend même au-dessous de celui de l'huile d'olive.

M. Hubert. Avez-vous des chiffres?

M. Antochine. Non, mais je puis vous les envoyer.

M. Hubert. Les expériences de M. Beauchamp-Tower donnent également, pour l'huile d'olive, une résistance plus grande que pour l'huile minérale. Je dois faire remarquer en outre que le paragraphe de mon rapport visé par M. Antochine s'applique à la graisse, et non à l'huile minérale. Je dis, au contraire, un peu plus haut : « L'introduction des huiles minérales de graissage à bon marché n'est pas « étrangère à l'abandon définitif de la graisse comme matière lubrifiante ordi- « naire. »

M. le Président. Je crois qu'au point de vue des résistances, il est indispensable de ne pas confondre les expériences faites en route avec les expériences de laboratoire. Il faut des vibrations, des déplacements de la part du coulant sur les coussinets afin d'arriver à un graissage convenable.

C'est, je crois, au Paris-Lyon-Méditerranée qu'on avait établi un appareil fixe, une boite à graisse avec essieu roulant sur place. Je me souviens que M. Marié m'a dit : « Quand j'ai établi mon appareil, j'ai chauffé avec des vitesses très faibles et à des pressions très faibles aussi. J'ai cherché à me rendre compte de cette cause d'échauffement. »

M. Marie a trouvé alors qu'elle était due à ce que son appareil était trop bien monté. Il a donné à la roue de dessous, qui imprime le mouvement, une légère excentricité. Il s'en est suivi des mouvements de va-et-vient, des chocs. Il est arrivé à reproduire les conditions de la marche en route. Ces échauffements, qu'il avait constatés quand même avec les différents lubrifiants, ne se sont plus produits. Il a pu faire alors, au moyen de cet appareil, des expériences rationnelles.

M. Henry (*France*). On a fait allusion à certaines expériences directes de roulement que nous avons faites à la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée dans le courant de l'année dernière et que nous poursuivons en ce moment. Elles nous ont déjà donné quelques résultats pratiques qui, je crois, intéresseront le Congrès. Si vous voulez bien me donner la parole quelques instants, je vous dirai rapidement en quoi elles consistent.

Nous n'avons pas voulu nous contenter des expériences que l'on peut faire avec un appareil, quel qu'il soit, dans un atelier. Nous avons préféré en faire sur de vrais wagons en roulement sur de vraies voies.

Comme nous n'avions pas d'appareils dynamométriques pour mesurer les résistances, nous avons eu recours au moyen suivant :

Nous avons choisi, sur une ligne du réseau, une pente continue de 10 millimètres par mètre, d'une longueur de 4 kilomètres environ, et qui se trouve sur une section à faible circulation, de manière à pouvoir, dans l'intervalle des trains, laisser descendre les wagons sous l'influence de la gravité seule, tout le long de la pente, les remonter au sommet et les laisser redescendre, et ainsi de suite, en notant à chaque descente le moment du passage devant chaque poteau kilométrique de la voie.

Pour éviter tout désaccord dans les résultats pouvant provenir du vent, de la pluie, de l'état des rails, etc., nous avons toujours fait descendre deux wagons de même type à la suite l'un de l'autre, à peu de distance. Ces wagons se trouvaient dans les mêmes conditions de charge et de roulement. Ils avaient été choisis avec des roues et des fusées en parfait état et des coussinets rodés depuis longtemps sur la fusée, par l'usage, de manière qu'ils fussent dans des conditions aussi identiques que possible au point de vue des diverses résistances au roulement : résistances de l'air, résistances dues au frottement des bandages et au frottement des coussinets, etc.

Les deux wagons qui descendaient la pente en même temps ne différaient que

par l'un de leurs éléments. Les éléments variables ont été le mode de graissage et la nature des coussinets.

En notant les instants de passage devant chaque poteau kilométrique de chacun des deux wagons expérimentés ensemble, nous avons pu dresser les courbes comparatives des espaces parcourus, puis celles des vitesses, et enfin celles des accélérations, d'où nous avons conclu les résistances totales comparatives.

Le métal des coussinets étant le même, les wagons ne différant que par le mode de graissage, les résistances totales obtenues comme il vient d'être dit ont, dans une première série d'expériences, augmenté en moyenne de 10 p. c., quand nous avons employé l'huile minérale au lieu de l'huile de colza. Par conséquent, comme il y avait dans les deux cas même résistance de l'air et même frottement des bandages sur les rails, cette augmentation de 10 p. c. en moyenne, qui n'a jamais été inférieure à 6 p. c. et qui a atteint 17 et 19 p. c. dans certains cas, provenait uniquement du changement de graissage, elle indique nettement que le coefficient de frottement des coussinets sur les fusées est beaucoup plus élevé avec l'huile minérale qu'avec l'huile de colza.

Pour vérifier ces résultats, dont l'importance n'échappera à personne et qui étaient quelque peu inattendus, nous avons voulu répéter nos expériences. Nous l'avons fait sur une pente de 15 millimètres par mètre et de 3 kilomètres environ de longueur, sur laquelle les véhicules pouvaient atteindre d'eux-mêmes des vitesses allant jusqu'à 60 kilomètres à l'heure et même plus. L'augmentation moyenne des résistances totales constatées a varié alors de 4 à 12 p. c. suivant la vitesse et la nature des véhicules; la moyenne générale a été de 7 à 8 p. c. Comme dans notre première série d'expériences, l'augmentation de résistance due à l'emploi de l'huile minérale a toujours été très nettement accusée; dans aucun cas, il n'y a eu diminution.

Dans notre première série d'expériences, en novembre dernier, nous avons été interrompus par le mauvais temps et nous n'avons pu faire des essais qu'avec des huiles sans mélange; dans la seconde, nous avons essayé des mélanges d'huile de colza et d'huile minérale en proportions variables. Je n'ai pas encore les résultats traduits en valeurs de résistances; mais l'examen des courbes des espaces parcourus semble indiquer nettement qu'une petite quantité d'huile de colza mélangée avec l'huile minérale a beaucoup amélioré l'emploi de celle-ci; une proportion de 25 p. c. d'huile de colza dans le mélange permettrait de se rapprocher sensiblement des conditions de graissage à l'huile de colza pure.

Je donne ces indications sous toutes réserves. Les résultats de nos expériences

ne sont pas encore suffisamment coordonnés pour que je sois tout à fait affirmatif. Je me propose de poursuivre encore nos expériences dans le même esprit. J'en communiquerai les résultats complets au Congrès dans sa prochaine session, s'ils n'ont pas été publiés auparavant.

Pour nous rendre compte de l'influence de la nature des coussinets, nous avons expérimenté des wagons identiques, chargés de la même manière, graissés avec la même huile et ne différant que par le métal des coussinets, qui étaient en bronze ou en métal blanc. Nous avons trouvé d'une façon constante que les coussinets en métal blanc donnaient des résistances plus faibles que les coussinets en bronze. La différence des résistances totales, y compris la résistance de l'air, a varié de 1 à 14 p. c., suivant les vitesses, en faveur du métal blanc; cette différence semble diminuer nettement quand la vitesse augmente; elle n'est plus que de 5 à 6 p. c. dès que la vitesse atteint 50 kilomètres à l'heure, et tombe au-dessous de 4 p. c. quand on dépasse 60 kilomètres.

En résumé, si nous passons de l'huile de colza à l'huile minérale, en conservant le bronze, nous perdons aux vitesses de 40 à 50 kilomètres à peu près 8 à 10 p. c. Si nous passons ensuite du bronze au métal blanc, nous gagnons *grosso modo* 5 à 6 p. c. Le résultat final de la substitution de l'huile minérale avec métal blanc, à l'huile de colza avec bronze est donc encore une augmentation de 3 à 4 p. c. dans les résistances totales.

Pour nous rendre compte de l'usure des coussinets suivant le métal, nous avons voulu aussi faire des expériences directes sur des véhicules en service. Nous avons opéré sur des voitures de mêmes séries, faisant les mêmes services dans les mêmes trains. Les unes étaient montées avec des coussinets en bronze, les autres avec des coussinets en métal blanc. Le graissage était le même pour les unes et pour les autres. L'expérience a porté sur 30 à 35 voitures de chaque espèce. L'usure des coussinets était constatée à chaque levage par leur perte de poids, et non par la mesure de leurs épaisseurs, qui n'aurait pas donné des résultats assez précis. Les pertes de poids étaient totalisées par semestre. Elles ont toujours été quatre à six fois plus fortes pour le bronze que pour le métal blanc.

Les expériences se continuent. J'en ferai connaître plus tard les résultats complets.

Actuellement, nous faisons l'essai en grand des coussinets en métal blanc; nous les montons sur plusieurs milliers de véhicules divers.

M. Banderali. Il a été question hier de la largeur de la portée du coussinet.

Avez-vous quelque observation à faire sur l'importance que présente la largeu des coussinets ?

M. Delebecque. Je voudrais que M. Henry donnât la composition du méta blanc.

M. Henry. Nous avons pris la composition du métal blanc de la Compagnie d l'Est, qui a été publiée par M. Salomon, ingénieur en chef de cette Compagnie dans la *Revue générale des chemins de fer*.

M. Hubert. J'ai donné, à la page 14 de mon rapport, quelques compositions d métal blanc, celle du métal blanc de l'Est français entre autres.

M. Henry. Je réponds à la question spéciale posée par M. Banderali.

Avant 1884, nos coussinets avaient des joues descendant assez bas; l'ar embrassant était de 111 degrés; nous l'avons réduit à 100 degrés, et les cas d chauffage paraissent avoir diminué; mais je ne saurais vous dire dans quell mesure cette diminution a tenu à la modification des coussinets, car les causes d chauffage sont trop diverses et trop multiples pour que l'on puisse apprécier exac tement l'influence de chacune d'elles en particulier.

M. Banderali. Ceci confirme les explications données hier.

M. Henry. Je viens de dire que nous faisons en ce moment l'essai en gran des coussinets en métal blanc et que nous les appliquons progressivement à plu sieurs milliers de véhicules que nous graissons avec l'huile minérale de Bako

mule $S = 0.85 \times D \times L$) quand le véhicule est à pleine charge uniformément répartie.

Pour nos essieux à fusées de 100 sur 200, bien que la pression en pleine charge atteigne 29k6 par centimètre carré, les chauffages et les étirements de matière sont beaucoup plus rares. Nous n'en constatons pour ainsi dire pas pour les essieux à fusées de 100 sur 220, qui sont spéciaux aux voitures à voyageurs à grande vitesse et pour lesquels la pression par centimètre carré ne dépasse pas 13 kilogrammes.

Ceci semble indiquer qu'il y a une pression qu'il ne faut pas dépasser pour chaque nature de métal de coussinet, et que cette pression est plus faible pour le métal blanc que pour le bronze. La limite de la pression admissible varie également avec la nature de l'huile employée. Il serait intéressant de déterminer cette limite dans différents cas. Les chiffres que je viens de citer sont une première indication dans ce sens; je ne puis en donner de plus précis pour le moment.

M. le Président. En présence des indications de M. Henry, nous devons considérer la question comme étant en expérimentation dans les conditions les plus pratiques possible. Notre procès-verbal relatera les détails que M. Henry vient de nous donner. Nous pouvons attendre que les résultats d'expériences qu'il a bien voulu nous promettre soient publiés.

M. Henry. Ils seront certainement publiés.

M. le Président. Si vous ne comptez pas les publier, vous pourriez les envoyer à la Commission internationale à Bruxelles, qui les ferait figurer dans le *Bulletin* de l'Association.

M. Henry. Si nous obtenons des résultats bien nets dans un sens ou dans l'autre, je me ferai un devoir de les faire connaître. Il est de bonne confraternité, quand on est arrivé à des résultats intéressants, de les communiquer à ses collègues.

M. le Président. Il est bon de communiquer même les expériences qui ne mènent à rien; on évite ainsi à d'autres la peine de les recommencer.

M. Henry. Les conditions de construction et de circulation des véhicules sont si variables, suivant les Compagnies, qu'un résultat qui ne serait pas nettement heureux dans une Compagnie peut l'être très nettement et parfois en sens contraire dans une autre; de sorte qu'il est presque toujours nécessaire de répéter soi-même,

sur son propre matériel, les expériences faites ailleurs, avant d'entreprendre une réforme de quelque importance.

M. le Président. Les expériences que vous venez d'indiquer se font dans des conditions si pratiques, que vous devez arriver à quelque chose d'intéressant.

M. Henry. Les expériences faites comme je viens de l'indiquer ont en effet plus de valeur, à mon avis, que celles qui seraient entreprises au laboratoire ou dans un atelier; c'est pourquoi je les ai fait faire, sans vouloir me contenter de celles-ci.

M. Soumarokow. M. Henry nous a dit que l'huile minérale donnait une augmentation de résistance de frottement de 10 p. c.

M. Henry. J'ai dit que les résistances totales au roulement des wagons étaient augmentées de 10 p. c. Comme il existe, en outre du frottement des coussinets sur les fusées, d'autres résistances qui ne varient pas avec le graissage, il en résulte que ce frottement doit être augmenté de bien plus de 10 p. c.

M. Soumarokow. Nous sommes arrivés, en Russie, à un moyen fort pratique. Un de nos professeurs, M. Petrow, a récemment fait un travail remarquable qui a été couronné par l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg. D'une manière théorique, il est parvenu à des résultats qui prouvent qu'en général, le travail de frottement sur la fusée dépend, pour la plus grande partie, du liquide lubrifiant; c'est-à-dire que le frottement intérieur du liquide lubrifiant forme la majeure partie du frottement total sur la fusée. Donc si l'on possède un moyen de mesurer le frottement intérieur de chaque lubrifiant que l'on emploie, on peut parvenir à trouver un liquide lubrifiant qui ait le même coefficient de frottement intérieur que l'huile de colza ou l'huile d'olive choisies comme modèles. Nous avons un appareil qui donne ce moyen. Nous sommes parvenus à avoir des mélanges d'huile minérale qui ont le même coefficient de frottement intérieur que l'huile de colza la plus pure. On les obtient en ajoutant aux huiles minérales lourdes des huiles légères dans une proportion de 10 à 20 p. c. et plus en poids. Nous avons ainsi une huile minérale mélangée sans addition d'huile de colza ou d'aucune huile organique.

M. le Président. Des expériences plus ou moins théoriques peuvent mener à cette conclusion que le frottement s'établit entre les molécules lubrifiantes; mais je crois qu'en service on est très loin de cette situation, sinon on n'aurait aucune espèce d'usure, ni du coussinet, ni de la fusée.

M. Soumarokow. Je dis que la majeure partie du frottement dans la fusée est due au frottement intérieur du liquide. Cela est prouvé par une quantité d'expériences. Nous en avons plus de mille qui ont établi que la théorie se rapproche ici de la vérité.

M. Parent. Les expériences que nous avons faites sur les chemins de fer de l'État français ont donné un résultat qui n'est pas entièrement d'accord avec celui que M. Henry vient de nous indiquer. J'ai déjà dit que nous avons trouvé pour l'huile minérale, toutes choses égales d'ailleurs, un coefficient de frottement supérieur de 5 ou 6 p. c. seulement au coefficient de frottement de l'huile de colza. Ce chiffre provient d'expériences analogues à celles qui ont été décrites par M. Henry. Nous opérions sur une pente de 15 millimètres suivie d'un long palier. Les wagons différemment lubrifiés étant abandonnés à eux-mêmes en un point déterminé de la pente, nous n'avions qu'à noter le chemin parcouru par chacun d'eux jusqu'à l'arrêt.

La question économique se posait donc ainsi pour nous : Étant donné que l'huile de colza vaut 50 ou 55 francs, tandis que l'huile minérale coûte seulement de 22 à 25 francs, convient-il d'employer l'huile minérale plutôt que l'huile de colza, malgré le coefficient de frottement plus élevé de la première? Nous avons d'abord calculé que cette augmentation, comptée très largement, correspondait à une augmentation de consommation de combustible inférieure à 1 1/2 p. c.

Comme l'économie réalisée sur le graissage devait être de beaucoup supérieure à cet excédent de dépense de combustible, nous en avons conclu qu'il fallait employer l'huile minérale. J'ajoute que, depuis que nous avons généralisé cet emploi, nous avons reconnu que la consommation de charbon par tonne kilométrique remorquée n'a pas même augmenté de 1 p. c.

M. le Président. C'est la question économique.

M. Henry. Je n'ai envisagé la question qu'au point de vue des résistances dues à tel ou tel mode de graissage, et non au point de vue économique. L'huile minérale étant à bien meilleur marché que l'huile de colza, il peut se faire que son emploi soit plus économique, bien qu'il occasionne des résistances plus grandes et, par suite, une dépense de charbon plus considérable.

M. le Président. C'est un calcul à faire par chacun.

M. Belleroche. Le succès de l'emploi de l'huile verte dépend de sa qualité. Nous tenons beaucoup, dans nos cahiers des charges, à deux clauses : celle de la

fluidité à froid et celle de l'absorption, par une certaine quantité d'huile minérale, d'une certaine quantité d'une solution bromée. Moins l'huile absorbe de brome, meilleure nous la croyons. C'est une question de pratique.

M. Banderali. Il me semble avoir compris que M. l'ingénieur russe qui vient de parler a dit qu'il obtenait, avec des mélanges de différentes huiles minérales, les mêmes résultats qu'atteint M. Henry en mêlant l'huile de colza à l'huile minérale. M. Henry a dit qu'il obtenait, avec un mélange de 25 p. c. d'huile de colza et de 75 p. c. d'huile minérale, un résultat aussi bon qu'en employant l'huile de colza pure. Il résulterait de ce qu'a dit M. le délégué russe qu'en mêlant des huiles minérales choisies avec d'autres huiles minérales choisies, on obtient les mêmes résultats qu'en mêlant l'huile de colza à l'huile minérale en certaines proportions.

Comme les huiles minérales sont plus économiques que les huiles de colza, on aurait tout avantage à faire ces mélanges comme les indique M. le délégué russe. M. Henry a probablement employé une huile minérale bien définie et dont il faut préciser la provenance et la nature, car la nature des huiles minérales est très variable.

M. Henry. L'huile que nous avons employée est l'huile brute de Bakou, que la Compagnie de l'Est emploie en grand. Nous nous sommes toujours adressés à son fournisseur. Elle se vend 23 à 25 francs les 100 kilogrammes.

M. Belleroche. Nous la payons 17 francs.

M. Henry. Nous avons en France, sur ce produit, des droits de douane élevés qui expliquent sans doute la différence.

M. Banderali. Il faut se mettre d'accord sur la nature des huiles qu'on emploie.

M. Parent. En France, nous employons presque tous la même huile.

M. Polonceau. En Russie, on arrive, paraît-il, à faire des mélanges d'huiles au même frottement de molécules entre elles. On n'a pas obtenu les mêmes résultats en France.

M. Banderali. Il serait intéressant de continuer les expériences dans ce sens.

M. Polonceau. Je suis disposé à croire que le frottement des molécules entre elles est le même dans l'huile de colza et dans le mélange d'huile minérale et d'huile de colza.

M. le Président. Il faut bien nous arracher à cette intéressante discussion. Nous avons cependant dit que nous voudrions encore quelques renseignements sur l'emploi de la graisse solide, qui a été conservé en Angleterre.

M. Banderali. M. Mayer nous a donné quelques renseignements sur l'emploi de la graisse, qui reste encore d'usage principal sur le chemin de fer de l'Ouest. En Angleterre, la graisse a été employée longtemps. Nous aurions aimé à connaître de M. Barton Wright, ici présent, si on a abandonné en tout ou en partie le graissage à la graisse pour prendre le graissage à l'huile.

M. Barton-Wright. Je suis personnellement d'avis qu'il faut employer l'huile.

M. Banderali. Oui, mais je crois que, en général, en Angleterre, on est resté fidèle à la graisse.

M. le Président. Je crois que nous pouvons résumer la discussion en quelques mots.

Quant à la nature du lubrifiant, les graisses solides semblent assez généralement abandonnées. Il n'y a donc qu'en Angleterre et sur un des réseaux de la France que ce graissage est maintenu, et l'on n'y paraît pas décidé, d'une manière absolue, à y renoncer. Je pense donc que nous pouvons dire que la généralité des graissages s'opère au moyen des huiles.

En ce qui concerne la nature des huiles, on reconnaît généralement qu'il est bien difficile de se servir exclusivement d'huiles minérales; qu'elles donnent lieu à des échauffements et également à un coefficient de résistance plus élevé; que l'huile de colza a des qualités supérieures pour opérer un bon graissage, mais qu'on peut, au point de vue économique, se servir d'un mélange d'huile de colza et d'huile minérale à différents degrés de proportion; qu'ensuite, au point de vue de la nature des métaux employés pour les coussinets, le métal blanc semble présenter de sérieux avantages, parce que les échauffements sont moins nombreux.

Il résulte de la discussion que si le métal blanc présente pour le graissage certains inconvénients, il donne un coefficient de résistance moindre au point de vue de la traction et qu'il y a encore avantage à l'employer.

Voilà à peu près, je crois, le résumé de ce qui a été dit sur cette question.

M. Banderali. Il y a encore un point qui a été soulevé : il a trait à la diminution de la portée du coussinet, qui paraît généralement acceptée.

M. le Président. Il paraît impossible d'embrasser l'arc complet. On est arrivé

à des arcs assez réduits. Mais je crois que ce sont tous éléments qu'il convient de ne pas arrêter ici. Comme des expériences se font et qu'elles ont déjà été tentées dans des conditions différentes, je pense qu'il est prudent que nous les attendions avant de fixer des dimensions quelconques.

M. le baron Prisse. Convient-il de passer entièrement sous silence, dans le résumé, ce qui nous a été dit au sujet de ce qui se fait en Amérique pour le mélange d'huile de lard?

M. le Président. Oui; quand nous parlons d'huile de colza, c'est une huile qui n'est pas minérale. Il est certain que là où l'on dispose d'huile d'olive à des prix convenables, on peut se servir de cette huile au lieu d'huile de colza.

Un membre. En Italie, on se sert beaucoup d'huile d'olive.

M. le Président. Voulez-vous dire : mélange d'huile végétale et animale avec des mélanges d'huile minérale ? Nous resterions plus dans la généralité des faits.

M. Polonceau. Je voudrais signaler un point qui n'a pas encore été touché et qui est très important : c'est le rapport entre le diamètre et la longueur de la fusée. A la Société autrichienne-hongroise, nous avons réduit la longueur de la fusée. Nous avons un peu augmenté le diamètre. Somme toute, nous avons réduit la surface d'appui du coussinet sur la fusée et nous avons obtenu ainsi une diminution notable des chauffages.

M. le Président. N'est-ce pas entrer dans trop de détails que de traiter ce point?

M. Polonceau. Il ne faut pas le traiter. C'est une chose acquise. Par conséquent, il ne faut pas avoir l'air de laisser de côté cette question, qui est aujourd'hui

M. Verloop. ...ainsi que l'emploi des différents métaux.

M. le Président. Cela a été dit. Il est possible que j'aie négligé ce fait dans les indications que j'ai données pour le résumé à faire. Comme conclusion de ce qui a été dit, nous pourrions peut-être émettre cet avis qu'il y a lieu de poursuivre l'étude de la question. Je crois que nous trouvons utile que des expériences soient faites, le plus nombreuses possible, de manière que la question puisse être portée à nouveau à l'ordre du jour de la prochaine session. Voulez-vous cela ? La question a suffisamment d'importance.

M. Polonceau. C'est une question qui restera toujours ouverte : il faudra toujours la discuter.

M. Banderali. Tout en indiquant la tendance vers laquelle nous ont menés les dernières expériences.

M. le Président. Ce serait d'autant plus utile qu'avant de nous séparer, nous devrons discuter les matières qui seront traitées dans la prochaine session. Ce sera une modification qu'on apportera au règlement. Ce n'est pas un travail superflu que de nous en occuper dès maintenant. Nous sommes donc d'avis que la question doit être traitée de nouveau devant le Congrès.

M. Polonceau. Je propose de résumer en quelques mots, de la manière suivante, l'opinion de la section :

« Le graissage des wagons et des locomotives ne peut être l'objet de règles absolues, puisque cela dépend du prix des matières premières, des vitesses, des pressions et des dimensions des fusées et des roues. »

M. le Président. Croyez-vous nécessaire que nos conclusions entrent dans des détails aussi nombreux ? Ne pensez-vous pas qu'il soit bon de rester plus dans les généralités ? Comme tout ce qui a été dit sera publié, ne faut-il pas laisser avantage à chacun le soin de conclure ?

M. Hubert. Je pense cependant que nous ne pouvons passer sous silence les tendances bien marquées. Il résulte de l'examen de ce qui s'est passé durant ces dernières années que la tendance générale est dirigée dans le sens de l'emploi des huiles minérales. Presque partout, en Allemagne, en Autriche, en Russie, etc., on les emploie dans les chemins de fer pures ou mélangées. Ne pas indiquer cette tendance serait négliger un des faits les plus importants qui se soient produits

depuis longtemps dans le graissage du matériel roulant. Il y a en outre une t dance vivement accusée de remplacer le bronze des coussinets par le métal bla c'est là un fait capital; on s'en occupe en France dans tous les chemins de fer.

M. Banderali. Il me semble que la rédaction de M. Polonceau est un p longue pour le résumé que nous avons à faire.

Il y a aussi la question de sécurité.

Personne ne l'a traitée, faut-il la soulever ?

M. Polonceau. Je ne tiens pas à ma rédaction.

M. Banderali. La question de sécurité est engagée dans la question de grai sage comme dans d'autres.

M. Polonceau. Mon but principal était de clore la discussion.

M. le Président. Le temps s'écoule. Je vous propose, messieurs, d'abandonner la question du graissage pour revenir à la boîte à graisse. Nous avons à examiner quelle est la nature du métal à employer pour la confection de la boîte à graisse. Sur les voitures à voyageurs, ces boîtes à graisse n'ont pas à résister à des chocs importants; par conséquent, il y a peu de ruptures, et leur renouvellement n'est pas fréquent.

Pour le matériel à marchandises, au contraire, les bris, et, par conséquent, les renouvellements se présentent fréquemment. En Belgique surtout, pendant quelques années, nous cassions des boîtes en quantité. Nous avons cherché à nous rendre compte des motifs de ces bris, et nous avons constaté que les ruptures survenaient toujours pendant les manœuvres. Un choc se produit à chaque arrêt un peu brusque du véhicule. La paire de roues chasse les boîtes à graisse contre la plaque de garde, et c'est là qu'elles reçoivent leur coup de mort

nous avons cherché à copier un peu ce que nous avons dans notre tender. Les tenders reçoivent des chocs nombreux et, à chaque arrêt, les roues, qui sont beaucoup plus lourdes, se lancent avec leur essieu et leurs boîtes contre les guides. Mais ces guides sont très larges, et les boîtes résistent. Nous avons donc, dans notre matériel à marchandises, rechargé nos plaques de garde de fers d'angles qui présentent, avec les boîtes à graisse, une surface de contact et de guidage de 75 millimètres de largeur. Depuis que nous avons adopté cette disposition, les bris de boîtes ont diminué considérablement.

Nous avons complété le système en fixant les brides de ressorts sur les boîtes, afin qu'elles flottent entre les deux attaches du ressort. De cette manière, nous avons pu continuer à employer les boîtes coulées en fonte.

Nous avons aussi adopté les boîtes d'une pièce, qui présentent un ensemble plus solide et une grande surface de contact avec les guides. L'emploi de la fonte présente cet inconvénient d'avoir des boîtes très lourdes et d'un maniement assez difficile pour les hommes qui ont à procéder au lavage et au nettoyage. Si on pouvait avoir des boîtes plus légères, il en résulterait à bien des points de vue un avantage. Une usine belge confectionne des boîtes en fer battu à des prix raisonnables. Je ne me souviens plus des chiffres. Le Nord français s'en est fait fournir un assez bon nombre.

M. Banderali. Les premières boîtes de ce genre ont été faites pour le petit chemin de fer d'Hermes-Beaumont (Oise). Lorsque je me suis occupé de son matériel, la Société de Bacalan est venue m'offrir de faire des boîtes en fer battu étampées d'une seule pièce. La fabrication en était très primitive. Les premières boîtes fournies, quoique remarquables au point de vue du procédé de fabrication, étaient très imparfaites. Depuis lors, le travail s'est perfectionné. Quand, à la suite de ces essais, la Compagnie du Nord a voulu adopter le système, la grosse difficulté a été de fabriquer en fer battu des boîtes qui sont profondes et assez compliquées de forme. M. l'ingénieur du matériel roulant s'est occupé de simplifier, dans les détails, la forme de ces boîtes, et aujourd'hui, on est arrivé à fabriquer couramment les boîtes simplifiées. Il y en a 6,000 ou 7,000 en service sur le Nord; elles y donnent toute satisfaction. Le nombre des bris de dessous de boîte a considérablement diminué.

M. Delebecque. Il ne se produit pas d'avaries en service aux dessous de boîte en fer. Nous avons même ressoudé des dessous de boîte fendus dans des déraillements.

M. Banderali. Oui, il y a eu des cas de bris qui ont permis le ressoudage.

M. Polonceau. C'est du fer forgé.

M. Banderali. On appelle cela du fer battu, mais c'est du fer forgé et battu à matrice. Il y a plusieurs opérations. Il faut passer par des ébaucheurs pour arriver aux finisseurs.

M. Polonceau. Nous commençons à employer des dessous de boîte en acier moulé.

M. Banderali. Je voulais continuer en disant qu'après avoir fait l'essai de ces dessous de boîte, les fabricants sont venus nous offrir des dessous de boîte en acier moulé. Nous en avons commandé à Stenay, où l'on en a fait un certain nombre pour nous.

M. Nagelmackers. Le prix actuel de ces boîtes très compliquées est de 60 francs les 100 kilogrammes, mais pour une très petite fourniture. Comme ces boîtes sont beaucoup plus légères que les boîtes en fonte, ce prix revient à 30 ou 40 francs par pièce. Il est presque celui de la boîte en fonte, que nous payons 27 francs. Je ne doute pas que lorsque ces établissements auront développé leur fabrication, ils ne puissent concourir, comme prix, même avec la fonte, étant donné la différence de poids des deux boîtes.

M. Kossuth (*Italie*). Ces boîtes ont été lancées par une maison dont je ne me rappelle pas le nom. Le dessin a été reproduit.

M. le Président. Je ne puis pas vous donner de renseignements à cet égard. J'ai été voir la fabrication des boîtes en fer à l'établissement de Dyle Bacalan, à Louvain. Elle m'a paru organisée dans des conditions pratiques. Au moyen de cette fabrication, on pourra arriver à des prix très raisonnables. Je ne sais pas si, avec la coulée de l'acier, on parviendra à des prix aussi bas.

M. Belleroche. C'est la maison Vander Zypen qui a exposé les boîtes en fer à Anvers.

M. Banderali. Les résultats que donnent ces boîtes sont remarquables, comparés à ceux que donne la fonte, en particulier, sur le chemin de fer du Nord.

M. le Président. Voilà précisément. Nous sommes arrivés, tout en employant la fonte, à empêcher que les boîtes ne reçoivent des coups qui les brisent.

M. Delebecque. Au Nord, nous cassons beaucoup de dessous de boîte en fonte. Mais le corps de la boîte ne casse pas.

M. Parent. Le prix élevé actuel des dessous de boîte en métal homogène repoussé, ou en acier coulé, fait seul obstacle à leur emploi. J'ai calculé, en effet, qu'à cause de ce prix élevé, en admettant que nous ne cassions pas un seul de ces dessous de boîte en métal nouveau, nous avons encore intérêt à conserver la fonte.

M. Polonceau. Le résultat que signale M. Parent est très intéressant. Il faut considérer que le bris des boîtes dépend des manœuvres. Plus vous avez de wagons qui sont manœuvrés sur des plaques tournantes, plus vous avez de boîtes brisées. A la Compagnie d'Orléans, où il y a beaucoup de plaques tournantes, c'est une des causes du grand nombre de bris de boîtes.

M. Parent. Nous savons que, sous ce rapport, la Belgique n'est pas privilégiée.

M. Hubert. Nous sommes même très mal partagés, au point de vue des manœuvres.

M. le Président. Il y a des manœuvres incessantes.

M. Hubert. C'est en 1883 que nous avons commencé à employer la boîte d'une pièce dont vient de parler M. Belpaire, c'est-à-dire la boîte qui a été étudiée pour être appliquée au *matériel nouveau*, muni de plaques de garde à larges guides et d'essieux à fusées de 170 × 97 millimètres. Les résultats statistiques au point de vue de la durée probable du corps de ces boîtes sont très favorables : elle serait de quatre-vingt-dix ans. Dans ces conditions, la boîte n'est plus la pièce de rechange, c'est le wagon! Nous avons également étudié une boîte analogue pour le matériel ancien avec plaques de garde à guides étroits et fusées de 150 × 80 millimètres.

La durée moyenne de ce type serait de vingt ans; ce résultat, inférieur au précédent, est néanmoins encore très satisfaisant.

M. Polonceau. Est-ce que vos anciennes boîtes avaient des ressorts avec menottes?

M. le Président. Toujours avec menottes. Mais la boîte à graisse n'était pas attachée aux ressorts, tandis que maintenant nous fixons les ressorts sur la boîte. La boîte se trouve donc sous-tendue par rapport au brancard. C'est le point essentiel pour éviter que le bris ne se produise dans les manœuvres. Nous don-

nons du jeu à la boîte dans les plaques de garde. Nous sommes donc arrivés résultat, c'est qu'il y a un grand avantage à avoir des boîtes d'une pièce, à é les joints.

Avec la disposition que nous avons adoptée, des guides plus larges menottes de ressort maintenant la boîte au milieu, nous arrivons à éviter ces par trop nombreux.

M. Poloncceau. J'ai adopté à la Société autrichienne-hongroise des b qu'on appelle boîtes à étrier. On s'en sert dans toute l'Allemagne. A la Sc autrichienne, elles ont donné les meilleurs résultats. Vous les connaissez pa dessins qui ont été publiés. L'avantage en est très grand au point de vue chauffages. En quatre minutes, vous pouvez descendre le dessous des boîtes, placer le tampon graisseur brûlé, remettre un tampon graisseur neuf et rep Cela m'est arrivé dans la station de Brünn. Avec ces boîtes, le graissage se par un tampon graisseur à la partie inférieure. Le ressort en spirale qui fi tampon sur la fusée n'agit pas par compression; il agit par traction. Le re spiral, dans ces conditions, se comporte toujours mieux.

Ensuite, ces boîtes ont à la partie supérieure un graissage qui est là seule comme sécurité. Les coussinets n'ont pas de pattes d'araignée. Toute la su frottante est utilisée; la partie frottante qui se trouve à la partie supérieu coussinet, et qui est la plus importante, se trouve garnie, car il n'y a pa pattes d'araignée. L'huile arrive dans la partie supérieure au moyen d'un si qui est fermé par un bouchon, et le bouchon lui-même est traversé par un

M. Dieudonné. Je crois qu'il est utile de dire un mot sur la question d'obturation. Dans le rapport, on semble indiquer que le problème n'est pas résolu. Sans prétendre donner une solution générale, je crois bon d'indiquer ce que nous avons fait à l'Est à ce sujet. Nous avons un obturateur en deux pièces présentant chacune une demi-circonférence. Ce sont des écrans de 13 millimètres d'épaisseur obtenus par l'interposition, entre deux petites lames minces de cuir, de 5 à 6 petites épaisseurs de drap. Cet obturateur est fixé contre la fusée de chaque côté par un ressort s'appuyant contre la boîte. Non seulement l'obturation est bonne, mais la fusée n'est pas attaquée. On n'entend pas le petit bruit si désagréable qui se produit quelquefois quand certains obturateurs grincent sur la fusée.

Au point de vue de la perte d'huile, nous avons adapté à nos boîtes, qui étaient en deux morceaux séparés par un joint horizontal, un petit diaphragme qui est très simple et dont le résultat a été important. La différence que nous avons constatée entre les boîtes munies de ce petit diaphragme horizontal et celles qui ne l'avaient pas, a été énorme. Nous avons trouvé que celles qui avaient le diaphragme consommaient 9gr93 d'huile par 1,000 kilomètres de parcours, alors que pour les mêmes boîtes qui n'avaient pas ce diaphragme, la consommation était cinq fois plus forte.

M. Kossuth. Les obturateurs fonctionnent généralement bien quand on les soumet à des essais. Mais la manutention de ces pièces dans le service ordinaire laisse à désirer.

M. le Président. Pourriez-vous nous donner quelques renseignements sur la possibilité de visiter les coulants et les boîtes à graisse sans devoir lever les wagons?

M. Polonceau. Je puis vous donner les résultats suivants :

Nous avions, il y a quelques années, un nombre assez considérable de chauffages. Nous avons cherché à les éviter. La mesure qui a donné les meilleurs résultats est la suppression (en partie) de la visite des boîtes à graisse avec levage; nous avons borné les visites avec levage aux cas de chauffage, et nous avons prescrit pour les visites périodiques de descendre seulement les dessus de boîte, inspecter les fusées et les coussinets et remplacer en cas de besoin l'huile et le tampon graisseur. Si tout est en bon ordre, on ne remplace rien.

Je crois que tout ce qu'on pourra faire pour diminuer le nombre de visites des boîtes de graissage aura de bons résultats.

M. le Président. Ainsi, sous ce rapport-là, l'accord est établi : il y a lieu de troubler le moins possible la bonne harmonie.

M. Belleroche. La proportion de chauffages que nous avons endéans le mois qui suit la visite est d'un onzième.

M. le Président. C'est une courbe descendante. Nous avons constaté également dans notre service qu'il y avait de très grandes différences et qu'une voiture qui vient d'être levée a plus de chances de chauffer.

M. Polonceau. La nécessité du levage n'est nullement démontrée pour les machines locomotives, puisqu'il y en a qui font 80,000 kilomètres sans qu'on les lève.

M. Polonceau. Il semble *tout au moins* qu'il soit préférable de reculer le plus possible les levages.

M. le Président. Le plus possible. Dans le rapport, il est indiqué que l'usure des bandages semble être une limite convenable.

M. Henry. Et l'usure des coussinets aussi.

M. le Président. Croyez-vous que les coussinets puissent être assez usés pour que l'on soit obligé de lever les wagons avant que les roues doivent être rafraîchies?

M. Henry. Cela dépend du métal des coussinets et de son épaisseur au moment où l'on met le wagon sur des roues neuves. En tout cas, il vaut mieux remplacer le coussinet que d'avoir un chauffage.

M. le Président. Donc, la conclusion est que les levages doivent être réduits à leur minimum.

M. Polonceau. Je voulais signaler un fait qui est assez intéressant. Nous avons un certain nombre de boîtes à graisse exactement du même type, les unes avec un graissage à la partie inférieure et les autres avec un graissage à la fois à la partie inférieure et à la partie supérieure. On a supprimé seulement pour un certain nombre de boîtes le graissage supérieur. On a mis une bride sur le couvercle. Les boîtes qui n'ont pas de graissage supérieur et qui sont, ou du moins paraissent, moins lubrifiées, chauffent moins souvent que celles qui ont un graissage supérieur.

A quoi faut-il l'attribuer? Je suppose que le couvercle de la partie supérieure

de la boîte n'est pas suffisamment hermétique. Du sable tombe dans le couvercle et vient se mêler à l'huile.

M. Parent. Cette observation se rapporte-t-elle aux wagons à marchandises?

M. Polonceau. A des voitures à voyageurs.

M. Henry. Presque tout notre matériel est monté sur boîtes à graissage à l'huile par-dessous, avec réservoir à graisse de secours par-dessus; mais nous avons essayé également des boîtes à graissage à l'huile par-dessous et par-dessus. Nous n'avons pas trouvé de différence appréciable dans le nombre de chauffages qui se sont produits dans les deux cas. Nous en avons conclu que le graissage continu à l'huile par-dessus n'améliorait pas la situation.

M. Polonceau. Quand vous avez un graissage à la partie supérieure, le wagon peut continuer sa marche bien que le tampon graisseur soit brûlé. A une certaine époque, l'Union des chemins de fer allemands n'admettait pas de boîtes à graisse sans réservoir supérieur. Beaucoup de Compagnies, en Autriche-Hongrie, avaient installé des boîtes qui n'étaient graissées que par la partie inférieure; elles furent obligées d'installer des graissages supérieurs, ou tout au moins un moyen de graisser par la partie supérieure.

M. Verloop. Depuis l'emploi des huiles minérales, il y a une tendance à graisser par la partie supérieure, au moins dans les pays où l'on emploie le plus l'huile minérale, notamment en Autriche. On fait le réservoir supérieur très grand. On imite cela en Allemagne et partout où l'on emploie l'huile minérale. Il y a donc une tendance, en employant l'huile minérale, à reprendre le graissage par la partie supérieure.

M. le Président. C'est-à-dire à avoir un graissage de secours.

M. Dieudonné. Le graissage uniquement par la partie inférieure a l'avantage de permettre de faire des coussinets pleins sans pattes d'araignée.

M. Polonceau. Dans les boîtes à étrier, le graissage se fait à la partie supérieure par déversement sur le côté, et aux extrémités du coussinet il n'y a pas de pattes d'araignée.

M. Dieudonné. Le graissage par la partie inférieure a encore l'avantage d'amener l'huile sur la fusée à un endroit où il n'y a pas de pression et où il n'y

pas de contact avec le coussinet. Il semble que ce soit une facilité pour l'introduction de l'huile.

M. le Président. L'observation qui a été faite tantôt est très sérieuse. Si vous avez le graissage à la partie supérieure, vous risquez que la poussière descende avec l'huile, tandis qu'avec le graissage à la partie inférieure la mèche ne pompe que l'huile.

M. Polonceau. Dans les boîtes à étrier, nous n'avons pas rencontré cet inconvénient; la fermeture supérieure est très petite et ne permet pas l'entrée de la poussière.

M. le Président. Eh bien, comment conclure alors?

M. Polonceau. Je crois qu'on ne peut pas conclure. Il y a beaucoup de bons types de boîte à graisse, et cela dépend des conditions d'exploitation et des conditions dans lesquelles travaillent ces boîtes.

M. le Président. En tout état de choses, on trouve indispensable d'avoir un moyen de graissage à la partie supérieure.

M. Parent. M. Verloop a indiqué parfaitement la tendance, qui est d'avoir un graissage de dessus quand on emploie les huiles minérales.

M. Henry. La Compagnie de l'Est ne fait plus, je crois, que du graissage à l'huile, et uniquement par-dessous.

M. Dieudonné. J'ai déjà indiqué hier notre chiffre de parcours pour un chauf-

boîte, ne s'assuraient pas, par le toucher, si les boîtes sans graisse étaient chaudes ou non, et laissaient ainsi continuer des wagons qui chauffaient. Néanmoins, les ruptures de fusées s'étaient accrues dans des proportions telles, sous les wagons sans graisse, que nous y avons remis de la graisse. Depuis, ces ruptures ne sont pas plus fréquentes que pour les autres véhicules. Cependant, nous n'abandonnons pas encore tout espoir de n'avoir plus tard que des boîtes sans graisse de secours et à graissage à l'huile uniquement par-dessous.

M. le Président. Vous maintenez énergiquement le graissage par-dessus?

M. Henry. Pour le moment, oui, et j'insiste pour que l'on ne mette pas dans le résumé que le progrès consiste à adopter un mode de graissage uniquement par-dessous. Ce serait condamner, peut-être prématurément, notre pratique et celle de plusieurs de nos collègues.

M. le Président. Nous ne prendrons pas de conclusion à cet égard.

M. Delebecque. Vous pouvez dire que tous les systèmes sont bons; ce qu'il y a de difficile, c'est d'assurer le remplissage de toutes les boîtes.

M. le Président. Si on peut éviter le graissage en route, c'est un très grand avantage.

M. Delebecque. L'expérience prouve que l'on marche avec presque tous les systèmes de boîtes.

M. le Président. A tous les points de vue, il est essentiel de n'avoir pas à graisser partout. Il y a énormément d'huile qui s'en va ailleurs que dans les boîtes. Nous avons maintenant à examiner la question du rodage.

M. Polonceau. Je crois que tout le monde est d'accord là-dessus.

M. Delebecque. Au Nord, nous rodons les fusées.

M. Hubert. Pas aux wagons à marchandises?

M. Delebecque. Nous commençons à le faire, mais non pas d'une façon générale, parce qu'il faut des appareils.

M. Hubert. Au chemin de fer de l'État belge, nous le faisons pour les wagons à marchandises aussi bien que pour les voitures à voyageurs. Nous avons des installations très simples qui permettent de roder suffisamment une paire de roues en une heure.

M. Polonceau. Il est incontestable que les résultats sont bons.

M. Delebecque. On fait ce qu'on peut.

M. le Président. Nous avons trouvé avantage aussi à rafraîchir nos d'essieux au moyen de petites meules en émeri au lieu d'y toucher avec la On enlève bien moins de métal de cette manière et on arrive à de bons r

M. Hubert. Nous nous sommes occupés tantôt du *levage*. Nous examiner maintenant la question du *graissage périodique* et du *graissa naire*.

M. Polonceau. Le graissage périodique ne peut être adopté qu'avec taines boîtes. Il était adopté généralement en Allemagne et paraît auj tomber un peu en désuétude. Sur diverses lignes, on graisse tous les t sur de certaines lignes, on emploie des huiles minérales à très bon marc ne se préoccupe plus du graissage périodique.

M. Delebecque. Le graissage périodique est difficile. Voilà une voit reçoit un choc violent; l'huile tombe; vous n'allez pas attendre un mo graisser la boîte.

M. Parent. Est-ce que le graissage périodique a pour conséquence primer partout les visiteurs?

M. Hubert. Évidemment non. J'ai employé le terme de *graissage pér* par opposition au graissage ordinaire, qui ne fixe pas de période.

[illegible]

voyageurs, une fois par mois, et les wagons à marchandises, tous les deux mois. Ce qui se fait au chemin de fer de la rive gauche du Rhin se pratique à peu près partout en Allemagne.

M. Polonceau. A la Société autrichienne-hongroise, j'avais fixé à trois mois le graissage périodique des wagons à marchandises.

M. Hubert. M. Komarnicki, ingénieur en chef directeur de la traction et du matériel de la Société autrichienne-hongroise des chemins de fer de l'État, a été l'an passé le rapporteur de la question du graissage périodique au sein de la commission technique du *Verein*. Voici ce qu'il m'écrit à ce sujet : « Une longue expérience de ce mode de graissage nous a permis d'apprécier ses grands avantages, savoir : la réduction de la main-d'œuvre et celle de la consommation de la matière lubrifiante. Au 1er octobre 1885, des 386,571 véhicules appartenant à 74 Administrations de chemins de fer faisant partie du *Verein*, 145,499 étaient graissés *périodiquement* et 241,072 d'après le système ordinaire. »

M. Polonceau. Il y a une petite Compagnie en Allemagne qui prétend avoir une boîte lui permettant de ne graisser que tous les six mois.

M. Hubert. Au chemin de fer de l'État belge, le matériel à marchandises muni de la boîte d'une pièce est levé tous les deux ans et graissé tous les huit mois approximativement. C'est-à-dire que les boîtes sont remplies d'huile lors du levage et que, dans le huitième mois qui suit le levage, les wagons rentrent dans un atelier ou une station de graissage, où l'on remplace le réservoir d'huile par un réservoir de rechange pourvu d'huile nouvelle et d'un tampon neuf ou de remploi. L'huile retirée est utilisée pour des graissages qui n'exigent pas d'huile propre, ou bien elle est vendue; le tampon est lavé et sert éventuellement de remploi après mise en état. La même opération se répète au troisième mois qui suit le premier graissage.

Les boîtes sont munies d'un petit réservoir supérieur à mèche ; lorsqu'un wagon quitte le réseau, ou fait un très long parcours, on verse quelques gouttes d'huile dans le réservoir : c'est une simple mesure de précaution.

M. Henry. M. Hubert pourrait-il nous donner une indication sur le nombre de grammes d'huile employés par kilomètre de parcours?

M. Delebecque. C'est un chiffre bien difficile à établir, car il peut arriver que ce soient les voisins qui remplissent les boîtes.

M. Hubert. Voici le renseignement demandé par M. Henry :

En 1886, notre consommation par 1,000 essieux-kilomètres a été de 389 grammes, correspondant à une dépense de 12 1/2 centimes.

M. le Président. Quant à ce qu'on vient de dire par rapport au secours des voisins, je puis vous assurer que du côté de l'Allemagne, ce n'est pas nous qui en profitons.

M. Parent. J'ai demandé si cette mesure a eu pour conséquence de faire supprimer des postes de visite.

M. Hubert. Nous pouvons supprimer les graisseurs de station.

M. Parent. Sont-ils supprimés partout?

M. Hubert. Pas dans les stations d'échange, où, s'il n'existe plus de graisseurs en titre, l'office de ces agents est rempli par les visiteurs.

M. Parent. Par qui sont faites les visites de sécurité dans ces postes-là?

M. Hubert. Par les visiteurs, dont le nombre peut toutefois être réduit, puisque les agents n'ont plus à soigner le graissage de tout le matériel.

M. le Président. Il est très intéressant d'entrer dans ces détails, mais le temps nous presse. Il faut bien nous limiter. Nous pouvons donc conclure. Faut-il la périodicité? Peut-on avoir recours à la périodicité, ou faut-il graisser d'une manière permanente?

[redacted]

blir des primes pour le moins de chauffages possible, quant aux voitures et aux wagons qui dépendent de certains ateliers?

M. Belleroche. Nous avons établi des primes. Nous donnons 50 centimes à la brigade qui a levé un wagon.

En cas d'échauffement dans le mois qui suit le levage, on imposait d'abord une amende de 10 francs en moyenne; cette amende a dû être doublée.

M. Polonceau. Cette question des primes doit être traitée dans la question générale des primes.

M. le Président. Nous pourrons donc la remettre à plus tard et aborder à présent la question de l'éclairage des trains. (*Adhésion.*)

Séance du 23 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. BELPAIRE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BANDERALI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. HUBERT

M. Banderali donne lecture de son rapport sur la question du graissage.

— Ce rapport est adopté sans observations. Il sera lu en séance plénière.

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE

Séance du 23 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. LE COMM. BRIOSCHI

M. le Président. La parole est à M. Banderali pour faire rapport sur la question du graissage.

M. Banderali. L'exposé de la question du graissage a été rédigé par M. Hubert, ingénieur en chef inspecteur à la direction de la traction et du matériel des chemins de fer de l'État belge.

Le graissage des boîtes est une question qui a pris, dans ces dernières années, une importance d'autant plus grande, que la vitesse des trains s'est en général augmentée aussi bien pour le service des voyageurs que pour celui des marchandises, et que les trajets des véhicules, soit sur le réseau auquel ils sont attachés, soit sur les réseaux étrangers, sont devenus plus considérables.

Cette question intéresse à la fois la régularité et la sécurité du service, ainsi que les frais d'exploitation.

Aussi les recherches en vue d'améliorer les systèmes de graissage, poursuivies sans relâche par les ingénieurs de chemins de fer depuis de longues années, ont-elles pris depuis quelque temps plus de précision et plus d'activité.

La valeur d'un système de graissage dépend de plusieurs éléments :

Le choix de la matière lubrifiante ;

La nature du métal employé dans la fabrication du coussinet interposé, dans la boîte, entre la fusée et les organes de suspension;

La forme même de ce coussinet;

Le mode de construction de la boîte, tant au point de vue de la figure que du métal employé;

Enfin, les facilités que cette construction offre à l'exploitation pour la visite et l'entretien d'un organe aussi essentiel du roulement.

Il ne s'agit pas, en effet, seulement de réduire au minimum les résistances au roulement, dont la caractéristique est le coefficient du frottement qui s'établit entre la fusée et le coussinet, mais encore de pouvoir maintenir en parfait état de fonctionnement toutes les parties constitutives de la boîte, dont le bon entretien concourt à assurer un bon service.

Nature de la matière lubrifiante. — Pendant longtemps, la matière lubrifiante employée dans les boîtes a été la graisse solide, de composition variable, non seulement suivant les réseaux, mais aussi suivant les saisons.

Elle est presque généralement abandonnée aujourd'hui, comme graissage unique, sur les réseaux du continent, où elle conserve cependant encore quelques partisans.

En Angleterre, elle est presque généralement adoptée.

On lui reproche de créer plus de résistance que les matières liquides, non seulement au démarrage des trains, mais aussi pendant la marche.

A la graisse a succédé l'emploi des lubrifiants liquides :

L'huile animale dans les pays où la production en était facile;

L'huile végétale : colza, olive, navette, résine, etc., dans d'autres pays;

L'huile minérale, enfin, dans certaines contrées où ce produit abonde et y est à bas prix, comme en Russie et en Amérique.

La caractéristique des progrès de ces dernières années, et pour un certain nombre de Compagnies qui avaient adopté le graissage à l'huile, est d'avoir substitué à l'huile de colza pure soit des mélanges en proportions diverses d'huiles végétales ou minérales, soit même l'huile minérale seule.

Dans cette période de transformation et de recherches, des expériences nombreuses et rationnellement conduites ont été faites sur un très grand nombre de réseaux. Il suffit de citer les expériences de l'Est français, qui remontent à plus de vingt années, celles de la Compagnie d'Orléans et les expériences plus récentes

poursuivies en France par le Paris-Lyon-Méditerranée, en Angleterre par M. Beauchamp [1], en Russie par M. Pétroff et en Amérique sur le Pennsylvania Railroad.

Elles ont été, en général, favorables à l'emploi de mélanges, dont la composition varie suivant les conditions climatériques et suivant la nature des matières employées.

Dans ces mélanges, la proportion d'huile végétale mélangée à l'huile minérale varie de 15 à 40 p. c. du mélange.

Il semble, d'après les premiers résultats d'essais actuellement en cours sur le réseau de Paris-Lyon-Méditerranée, que l'emploi de l'huile minérale pure augmenterait de 10 p. c. le coefficient de frottement; mais il paraîtrait qu'en employant un mélange contenant 25 p. c. de colza, la résistance de ces frottements ne serait que très légèrement augmentée, l'huile minérale étant de l'huile brute de Bakou.

Dans ces conditions, l'emploi du mélange est infiniment moins coûteux que l'emploi de l'huile de colza pure, et donne des résultats semblables.

En Russie, on arrive au même but en mélangeant des huiles minérales de densité, de composition et de provenances diverses.

Les expériences se poursuivent, et leurs conclusions seront du plus haut intérêt.

Forme du coussinet et nature du métal employé dans sa fabrication. — D'une manière générale et quelle que soit la nature du lubrifiant employé, on s'est trouvé bien de diminuer la largeur des coussinets, c'est-à-dire l'arc cylindrique de la fusée embrassé par le coussinet.

En Angleterre, la réduction de la largeur du coussinet au minimum est de pratique constante, et cette pratique donne des résultats confirmés par les essais dont nous venons de parler.

Incidemment, il est bon de remarquer que l'attention est portée, depuis quelque temps, sur l'établissement du rapport qui doit exister entre le diamètre et la longueur des fusées.

L'utilité des conduits, ou pattes d'araignée, pour mener le lubrifiant régulièrement sur toutes les surfaces en contact, dépend entièrement de la nature du lubrifiant employé.

Quant au métal constitutif du coussinet, l'opinion presque unanime des ingénieurs est que le bronze est avantageusement remplacé par du métal blanc.

[1] Voir la rectification à la fin de la séance.

Nous devons citer notamment l'expérience pratique, si concluante, de la Société internationale des wagons-lits, qui a substitué, d'une manière générale, les coussinets en métal blanc aux coussinets en bronze, dans la construction des boîtes de voitures destinées à des parcours extrêmement longs, sur des réseaux dont les matières et les méthodes de graissage varient considérablement, et pour lesquelles un chauffage en route est un incident des plus graves, puisqu'il a pour résultat fatal le transbordement des voyageurs, dans les circonstances les plus difficiles et les plus fâcheuses.

L'emploi des coussinets en métal blanc aurait diminué dans des proportions considérables les chauffages en route; si bien qu'aujourd'hui le service, assez irrégulier à l'origine, est parfaitement assuré.

Le métal blanc paraît également donner lieu à une résistance plus faible que le bronze.

D'après des expériences récentes, cette diminution de résistance pourrait être évaluée à environ 3 p. c.

Enfin, la considération de l'usure des coussinets est également favorable à l'emploi d'un alliage, dont la composition peut varier suivant qu'il s'agit de voitures à voyageurs ou de wagons à marchandises, mais où il entre du cuivre, de l'antimoine et de l'étain, l'antimoine pouvant être remplacé par du plomb qui coûte beaucoup moins cher.

L'addition du phosphore au mélange dans les proportions de 3/4 à 1 p. c. semble donner à l'alliage une raideur très utile à la conservation de la forme des coussinets.

Cette substitution est donc avantageuse, aussi bien au point de vue des dépenses d'exploitation qu'au point de vue de la régularité du service.

Il est bien entendu que la pression à laquelle la surface du coussinet est soumise doit faire l'objet d'une limitation que les recherches entreprises ne manqueront pas de mettre en évidence, et qui constitue un élément important de la question qui nous occupe.

Formes et matières employées dans la fabrication de la boîte. — Les boîtes employées ont des formes extrêmement variées.

Les unes sont en deux pièces : le dessus et le dessous de la boîte; les autres, d'une seule pièce.

Les deux systèmes ont donné, dans la pratique, des résultats satisfaisants.

L'objet principal qu'on doit avoir en vue est d'éviter les pertes d'huile que

l'association de plusieurs éléments dans la construction des boîtes a l'inconvénient de favoriser.

Sous ce rapport, le choix d'un bon joint et d'obturateurs appropriés doit être recommandé.

Il est important, en tout cas, d'éviter la dislocation des éléments divers constitutifs de cet organe.

Le choix de la matière employée n'est pas indifférent.

En général, les boîtes sont en fonte. Ce métal est cassant et à mesure que, pour les wagons à marchandises, les manœuvres de gare sont devenues beaucoup plus nombreuses et peut-être plus brutales et plus meurtrières qu'autrefois, le nombre des bris a considérablement augmenté.

L'emploi de la fonte, toutefois, ne saurait être condamné, et il semble que ce genre de boîtes s'accommode bien de larges surfaces de guidage et de la construction en une seule pièce.

Dans ces dernières années, plusieurs Compagnies se sont félicitées de l'emploi des dessous et des dessus de boîte en fer forgé, étampés et matricés à haute température. On commence même à employer, pour cette fabrication, de l'acier coulé, sur la valeur duquel l'expérience ne s'est point encore suffisamment prononcée.

Il est clair que l'emploi de ces métaux résistants, si la pratique en permet l'extension, sera un avantage considérable, surtout lorsque leur prix de revient, aujourd'hui fort élevé, se sera abaissé.

Visite. Levage. Entretien. — Au point de vue de l'entretien, il semble qu'il soit d'une excellente pratique, avant tout, de préparer par un rodage préalable l'accord parfait qui doit s'établir entre le coussinet et la fusée : toute mesure qui tendrait à détruire l'heureuse harmonie de cet accord, qu'on doit désirer le plus intime et le plus prolongé possible, doit être écartée.

Il résulterait de là que les levages périodiques sont plutôt un danger qu'un avantage, et qu'il y a lieu de distancer ces levages le plus possible, l'usure des bandages et des coussinets pouvant fixer la limite du temps pendant lequel, normalement, l'harmonie de l'alliance dont nous venons de parler ne doit pas être troublée.

Il faut d'ailleurs concourir à la prolongation de sa durée, soit par des graissages régulièrement périodiques, — dont, paraît-il, on se trouve bien en Allemagne et en Autriche, — soit par des graissages irréguliers, dont des visites soignées, d'autant plus fréquentes qu'elles seront plus faciles, doivent déterminer l'opportunité.

J'en ai fini, messieurs, avec l'exposé des points principaux sur lesquels a porté la discussion de la 2e section, dans un sujet un peu aride.

Il semble en résulter que le graissage des wagons ne peut être l'objet de règles absolues et peut se faire d'une manière satisfaisante avec des huiles animales, végétales, minérales pures ou mélangées dans des proportions diverses; au point de vue de l'économie de l'exploitation et de sa régularité, l'huile minérale, quoique inférieure comme lubrifiant aux huiles végétales, joue un rôle de plus en plus prépondérant dans la composition des matières de graissage.

Pure ou mélangée, elle s'accommode particulièrement bien d'un alliage approprié dans la fabrication du coussinet (métal blanc), alliage qui semble donner lieu à moins de chauffages que le bronze ordinaire et avoir une influence marquée sur l'abaissement du coefficient de frottement, qui est un des éléments importants de la résistance à la traction.

La pression sur les coussinets doit être sagement limitée, suivant la nature du lubrifiant employé et du métal choisi pour le coussinet.

Les soins à donner aux boîtes, tant avant la mise en service des véhicules que pendant leur marche, doivent être rendus faciles, mais les levages, le plus rares possible.

Enfin, on doit désirer que les expériences en cours, tant pour l'emploi d'un métal résistant dans la fabrication des boîtes, que pour la recherche des différentes circonstances qui, dans la question qui nous occupe, influent sur la résistance à la traction, soient activement poursuivies.

Telle est, messieurs, l'opinion de la 2e section sur la question du *graissage*. (*Applaudissements.*)

M. Belleroche (*Belgique*). Le rapport qui vient d'être lu cite les expériences faites avec les matières de graissage en France et ailleurs, sans mentionner celles qui ont été faites en Belgique. Je demande qu'on veuille bien combler cette lacune.

M. Belpaire (*Belgique*). Il m'appartient, en ma qualité de président de la 2e section, de répondre à l'observation de M. Belleroche.

L'omission signalée par lui est une erreur de plume de notre excellent secrétaire.

Pour qu'il soit fait droit à l'observation présentée, il suffit, dans la partie des conclusions relative à la matière lubrifiante, de rédiger comme suit le passage qui parle des essais entrepris :

« Il suffit de citer les expériences de l'Est français, qui remontent à plus de

« vingt années, celles de la Compagnie d'Orléans, et les expériences plus récentes « poursuivies en France par le Paris-Lyon-Méditerranée, en Angleterre par « M. Beauchamp, en Belgique, en Russie par M. Pétroff et en Amérique sur le « Pennsylvania Railroad. »

— Les conclusions proposées sont ratifiées avec cet amendement.

XIe QUESTION

PRIMES

Quel est le meilleur système de primes employé pour la réparation du matériel roulant et pour le service des locomotives?

XIe QUESTION

TABLE DES MATIÈRES

EXPOSÉ

PAR E. SOLACROUP

INGÉNIEUR EN CHEF, ADJOINT A L'INGÉNIEUR EN CHEF DU MATÉRIEL ET DE LA TRACTION DU CHEMIN DE FER D'ORLÉANS

AVANT-PROPOS.

Il y a plus de trente années que les Administrations de chemins de fer ont commencé à appliquer le système des primes dans leurs services de matériel et de traction, en intéressant leurs agents dans les économies de matières qu'ils peuvent réaliser, dans la régularité du service, dans le bon entretien du matériel, dans le parcours des machines qu'ils conduisent. Mais l'extension de ce système présente les proportions les plus diverses d'un pays à l'autre, depuis l'Angleterre, où les principales Compagnies paraissent le proscrire d'une manière à peu près

absolue [1], jusqu'aux États-Unis d'Amérique, où le salaire des mécaniciens consiste presque exclusivement en une prime de parcours [2].

Nous analysons ci-après les renseignements qu'ont bien voulu fournir sur l'article XI quelques-unes des Administrations adhérentes au Congrès, en distinguant successivement les dispositions relatives :

1° A l'entretien et à la réparation des machines;

2° A la consommation du combustible et des matières grasses;

3° A la régularité de marche des trains;

4° A diverses parties du service, telles que la tenue des machines en bon état de propreté, la constatation des avaries, la formation des élèves-machinistes, etc.;

5° Aux primes des chefs de dépôt et agents supérieurs de la traction.

Nous détaillerons particulièrement ce qui concerne la Compagnie d'Orléans, pour laquelle nous possédons naturellement les renseignements les plus complets.

1° Primes d'entretien des locomotives.

Chemins de fer de l'État belge. — Sur le réseau de l'État belge, il ne paraît pas y avoir de primes d'entretien pour les machinistes et chauffeurs; il existe une prime de réparations pour les chefs de dépôt et une pour le personnel supérieur des ateliers. Cette dernière dépend du montant de la dépense des réparations et de leur durée.

Réseau du Nord de l'Autriche (chemin de l'Empereur Ferdinand). — La

(1) Les Compagnies anglaises du Midland Railway, du Great Western Railway, du Great Eastern Railway, allouent chaque année une récompense pécuniaire à ceux de leurs machinistes qui se sont distingués par le bon entretien de leur machine, la régularité de leur marche et leurs économies. Mais cette récompense, qui ne paraît pas excéder 250 francs par agent, affecte plutôt le caractère d'une gratification s'appliquant à l'ensemble du service que celui d'une prime directement afférente à une catégorie déterminée de services rendus.

(2) D'après le travail publié par MM. Sauvage et de Fonbonne dans la *Revue générale des chemins de fer* des mois de février et d'avril 1887, les Compagnies américaines rétribuent leurs machinistes proportionnellement au parcours qu'ils font. Ils n'ont de salaires fixes que pour les services dans lesquels l'application de la prime de parcours n'atteindrait pas un minimum déterminé. Quelques Compagnies seulement donnent des primes aux mécaniciens les plus économes.

Seul, le Pensylvania Railroad possède une organisation complète de primes, mais avec des allocations approchant de très près de la consommation réelle.

Voir aussi, dans le *Compte rendu général de la première session du Congrès* (1885) (1er vol., p. IV-127), la traduction des « règles servant à déterminer les salaires des machinistes et des chauffeurs de l'Illinois Central RR. » (document communiqué par M. Jeffery, directeur général de l'Illinois central).

prime d'entretien (500 francs pour le machiniste, 175 francs pour le chauffeur) est acquise après un parcours de 113,800 kilomètres effectué sans avarie à la machine ni au tender.

Sur les réseaux de la Compagnie austro-hongroise des chemins de fer de l'État, sur les réseaux français de l'État, de l'Est, de l'Ouest, du Midi, de Lyon et d'Orléans, la prime d'entretien est une rétribution croissant avec le parcours effectué par chaque machine, au-dessus d'un parcours minimum effectué par la machine sans entrer aux ateliers, à moins que cette rentrée ne soit nécessitée par un motif indépendant des soins et de la vigilance du machiniste.

Société austro-hongroise des chemins de fer de l'État. — Les primes d'entretien sont les suivantes :

Pour les machines à roues motrices de 1m738 de diamètre et plus :

Après un parcours de	60,000 kilomètres.	. . fr.	75
—	80,000 —	. . . . .	100
—	100,000 —	. . . . .	125
—	160,000 —	. . . . .	325
		Total. . .	625

à condition que le machiniste ait effectué les travaux d'entretien et de réparation courants.

Pour les machines à roues motrices de 1m580 de diamètre et moins :

MACHINES à 4 roues accouplées de 1m580.	MACHINES à 4 et 6 roues accouplées de moins de 1m580.	MACHINES à plus de 6 roues accouplées.	MONTANT DE LA PRIME.
Après un parcours de :	Après un parcours de :	Après un parcours de :	Francs.
40,000 kilomètres	35,000 kilomètres	28,000 kilomètres	75 00
55,000 —	50,000 —	38,000 —	100 00
145,000 —	125,000 —	100,000 —	450 00
			625 00

La prime du chauffeur est le dixième de celle du machiniste.

Etat français. — Chaque machine est supposée devoir faire, sans entrer en réparation, les parcours suivants :

Machines à 4 roues couplées . . . 20,000 kilomètres;
— 6 — . . . 15,000 —

Une interruption de service pour réparations, dont la dépense excède 200 fr. de main-d'œuvre, entraîne la suppression du parcours antérieur, qui, de nouveau, recommence à zéro, à moins que cette réparation ne soit nécessitée par un accident ou par un vice de construction ou de réparation reconnu par l'ingénieur d'arrondissement comme étant entièrement indépendant des soins du mécanicien.

La prime allouée à la machine pour le parcours sans grande réparation, en sus du nombre ci-dessus fixé, est de :

5 francs par 1,000 kilomètres pour les machines à 2 essieux couplés;
7 — — 3 —

Compagnie de Lyon. — Chaque machine est supposée devoir faire, sans entrer en grande réparation, les parcours suivants en kilomètres de trains sur la ligne, à l'exclusion des parcours fictifs par lesquels on traduit les heures de manœuvres :

Machines à 2 essieux couplés . . . 20,000 kilomètres;
— 3 ou 4 — . . . 15,000 —

Une interruption de service pour cause de réparations excédant vingt jours arrête le parcours, qui de nouveau recommence à zéro.

La prime allouée à la machine, pour le parcours sans grande réparation au-dessus des nombres ci-dessus fixés, est de 5 francs par 1,000 kilomètres d'excédent.

Indépendamment de la prime du machiniste, il est alloué au chauffeur une prime égale au tiers de celle-là.

Ouest français. — Une prime d'entretien est accordée aux mécaniciens pour les parcours effectués avec la même machine au delà d'un minimum déterminé, sans que cette machine ait exigé d'autres réparations que celles d'entretien courant, pouvant être faites dans un délai de cinq jours.

La prime de parcours est de 5 francs par 1,000 kilomètres, et le parcours que devra effectuer chaque machiniste, avant d'avoir droit à la prime, est :

Pour les machines à roues libres . . 25,000 kilomètres;
— 4 roues couplées . 20,000 —
— 6 — . 15,000 —

Il est accordé, en outre, aux *élèves-mécaniciens*, une prime d'entretien composée :

1° D'une somme fixe de 15 francs par mois ;

2° De la moitié de la prime mensuelle d'entretien du mécanicien avec lequel marche l'élève [1].

Midi français. — La prime d'entretien est calculée sur les bases suivantes :

Machines à voyageurs . .	fr. 0.005	par kilomètre	jusqu'à 5,000	kilomètres;
—	0.0075	—	au-dessus de 5,000	—
Machines mixtes. . , . .	0.0075	—	jusqu'à 4,000	—
—	0.0100	—	au-dessus de 4,000	—
Machines à marchandises . .	0.0075	—	jusqu'à 3,500	—
Trains mixtes ou voyageurs .	0.010	—	au-dessus de 3,500	—
Machines à marchandises . .	0.0125	—	jusqu'à 2,500	—
Trains de marchandises . .	0.0200	—	au-dessus de 2,500	—

Les chauffeurs ont droit à une prime égale au tiers de la prime nette touchée par le mécanicien.

Est français. — Pour les parcours compris de :

60,000 à 120,000	kilomètres	pour les machines à	roues libres ;
50,000 à 100,000	—	—	2 essieux couplés;
35,000 à 70,000	—	—	3 —
30,000 à 60,000	—	—	4 —

La prime d'entretien est :

Pour le mécanicien de . .	fr. 2 »	ensemble
Pour le chauffeur de	1 »	3 francs par 1,000 kilomètres.

Pour les parcours de :

120,000 à 180,000	kilomètres	pour les machines à	roues libres ;
100,000 à 150,000	—	—	2 essieux couplés;
70,000 à 100,000	—	—	3 —
60,000 à 80,000	—	—	4 —

[1] Toute négligence du mécanicien dans l'entretien ou le graissage de sa machine peut donner lieu à la suppression de la prime d'entretien.

La prime est :

Pour le mécanicien de . . fr. 3 » } soit ensemble
Pour le chauffeur de . . . . 1 50 } 4 fr. 50 c. par 1,000 kilon

Au delà, la prime est de 6 francs par 1,000 kilomètres.

Toute machine entrant en réparation avant d'avoir fait le parcours n donne lieu à une amende de 3 francs par 1,000 kilomètres parcourus e *pour le dépôt.*

Compagnie d'Orléans. — Les primes d'entretien des locomotives allo machinistes sont réglées d'après le tableau suivant :

PARCOURS A EFFECTUER POUR ACQUÉRIR CHAQUE PRIME.				PRIMES	
Par les machines à voyageurs et mixtes à 4 roues accouplées.	Par les machines mixtes à 6 roues accouplées.	Par les machines à marchandises à 6 roues accouplées.	Par les machines à 8 et 10 roues accouplées.	PARTIELLES.	TO
60,000	50,000	40,000	36,000	160	
80,000	68,000	55,000	50,000	130	
100,000	86,000	70,000	64,000	140	
120,000	104,000	85,000	78,000	160	
140,000	122,000	100,000	92,000	180	
[illegible]	140,000	115,000	106,000	200	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	120,000	220	

Ce travail consiste :

1° Dans les soins donnés à la machine pendant la marche ou les stationnements ou dans les dépôts;

2° Dans les réparations de la machine et le remplacement des pièces usées par des pièces de rechange fournies par les magasins.

Toutes les réparations ou tous les remplacements de pièces que le machiniste juge nécessaire de faire à la machine doivent être inscrites par *lui* sur le livre du dépôt, mais dans aucun cas le travail *ne doit être entrepris sans l'autorisation* du chef de dépôt, ni exécuté en dehors de son contrôle le plus complet.

Le chef de dépôt règle la nature des réparations, la manière dont elles doivent être exécutées, l'emploi du temps des ouvriers, et le temps que la réparation doit durer.

Les réparations qui ne sont pas au compte des machinistes sont les suivantes :

1° L'enlèvement et la remise en place des roues montées;

2° Le dressage des tables d'orifice, la réparation des cylindres et des boîtes à vapeur;

3° Les travaux exécutés par les machines-outils;

4° Les modifications;

5° Les changements de tubes et de viroles, ainsi que tous les travaux de chaudronnerie et de forge.

Les autres travaux, tels que réfection des joints, visite de pistons et de tiroirs, réparations quelconques du mécanisme, de la robinetterie, sont exécutés par le machiniste, ou à son compte, s'ils sont faits par des ouvriers des dépôts ou des ateliers.

A la fin de chaque mois, le machiniste reconnaît les heures passées par les monteurs pour son compte personnel.

Si, pour mettre en place ou démonter certaines pièces, le machiniste a besoin d'être aidé, on lui adjoint un manœuvre dont le temps ne lui est pas porté en compte.

Il est tenu par chaque chef de dépôt et pour chaque monteur sous ses ordres un état indiquant :

1° Le temps employé à chaque locomotive, soit de son dépôt, soit d'un dépôt étranger, à laquelle des réparations ont été faites, avec l'indication précise de ces travaux, et leur application, soit au compte du dépôt, soit au compte du machiniste;

2° Le temps employé aux travaux de dépôt en dehors de l'entretien des locomotives, avec désignation de ces travaux,

Ces états sont tenus avec le plus grand soin et la répartition des heures passées par les monteurs est faite très exactement.

Les ingénieurs chefs de traction exercent le contrôle le plus rigoureux sur ces états, dont le total doit former celui qui est porté sur le relevé de l'emploi du temps du dépôt.

La prime d'entretien court tant que la machine ne rentre pas aux ateliers en grande réparation. De cette prime, on déduit les sommes représentant la valeur des heures passées par les monteurs des dépôts, à raison de 50 centimes l'heure, et le prix des travaux exécutés dans les ateliers au moyen d'outils à main (sans application de frais généraux), aux pièces dont l'entretien est à la charge du machiniste.

Si le machiniste n'a pas eu 5 jours de présence au dépôt pendant le mois, on déduit du montant des heures de monteurs mises à son compte autant de fois 5 francs qu'il a eu de jours de dépôt en moins.

Les sommes à retenir aux machinistes sont reportées d'un mois sur l'autre, si la prime acquise pour le mois pendant lequel le travail a été fait ne suffit pas pour en payer le montant, ou si des travaux sont exécutés avant que la machine ait atteint le parcours fixé pour la prime.

Dans le cas où une machine rentrant aux ateliers a souffert par suite de négligence du machiniste, il peut être [illegible] au

laquelle les premiers titulaires ne participent que s'ils ont fait un parcours au moins égal à la moitié de celui qui est exigé pour cette prime.

La prime d'entretien cesse d'être payée, et le parcours est suspendu d'office, lorsque la machine entre aux ateliers à la suite d'un accident quelconque ou parce qu'elle n'est plus jugée en état de faire convenablement le service.

Si le montant de la commande, réglée à la sortie de l'atelier, atteint un chiffre élevé, le parcours de la machine est définitivement arrêté; les sommes dues par le machiniste pour les réparations antérieures sont annulées, et la prime ne recommence à courir que quand la machine a parcouru le nombre de kilomètres donnant droit de nouveau à la première prime.

Par contre, si le montant des réparations (matières comprises) n'est pas supérieur à 1,000 francs, le parcours peut être rétabli s'il doit en résulter un avantage pour le machiniste titulaire de la machine. Dans ce cas, la prime est payée à échéance sous déduction du montant de la main-d'œuvre afférente aux dernières réparations exécutées et des sommes restant dues pour les réparations antérieures.

2° Primes d'économie de combustible et de matières grasses.

Les Administrations de chemins de fer de l'État belge, du Grand Central Belge, du Nord belge, des chemins de fer de l'État en Autriche-Hongrie, du chemin de fer du Nord autrichien, de l'État wurtembergeois, du Nord de l'Espagne et des chemins de fer français attribuent aux machinistes et aux chauffeurs une partie des économies qu'ils réalisent dans la consommation des combustibles et des matières grasses.

Il est alloué aux machinistes qui font un même service, c'est-à-dire aux machinistes d'un même dépôt et ayant des machines du même type, une certaine quantité de combustible et de matières grasses.

L'allocation d'huile ne dépend que du type de machine, et est fixée, en général, par kilomètre de train. Seule, la Compagnie de l'Ouest français a une allocation d'huile variable avec la vitesse des trains et le profil des sections.

L'allocation de charbon varie avec le type de machine, le profil de la ligne et la saison; elle est fixée, soit par tonne de charge, soit par voiture ou wagon remorqué.

État belge. — L'allocation de combustible comprend 5 éléments :

1° L'allocation d'allumage (125 kilogrammes);

2° L'allocation pour heures de feu ou plutôt de mise en pression (75 kilogrammes), qui s'ajoute à la précédente;

3° L'allocation de parcours de la machine qui représente la consommation de combustible due à la résistance propre du mécanisme de la machine et qui est de :

1k8	par kilomètre	pour les machines à roues libres;	
2k5	—	—	4 roues accouplées;
3k3	—	—	6 —
3k7	—	—	8 — .

4° L'allocation pour l'usage de la contre-vapeur (2k5 de charbon par kilomètre de parcours de machine) sur les profils à déclivités supérieures à 4 millimètres;

5° L'allocation pour la traction du train.

Celle-ci est calculée par les formules suivantes :

Aux trains express :

$$\frac{K\ 183\ \Sigma l + \Sigma l\ (0.0843\ V \pm i)}{1.83 + 0.0843 \times 75}$$

Aux trains de voyageurs ordinaires :

$$\frac{K'\ 183\ \Sigma l + \Sigma l\ (0.0843\ V' \pm i)}{1.83 + 0.0843 \times 60}$$

Aux trains de marchandises et mixtes :

$$\frac{K''\ 183\ \Sigma l + \Sigma l\ (0.0843\ V'' \pm i)}{1.83 + 0.0843 \times 30}$$

La valeur prise pour i n'est pas toujours la valeur réelle des déclivités, mais pour certaines catégories de trains une valeur virtuelle rectifiée en tenant compte des courbes. Ainsi, pour les trains de marchandises, une courbe de 1,000 mètres de rayon est considérée comme équivalent à un supplément de déclivité de 1mm2, une courbe de 900 mètres à un supplément de déclivité de 1.3 millimètre,

—	800	—	—	—	1.5	—
—	700	—	—	—	1.7	—
—	600	—	—	—	2	—
—	500	—	—	—	2.4	—
—	400	—	—	—	3	—
—	300	—	—	—	4	—
—	200	—	—	—	6	—

Cet élément de correction est réduit de moitié pour les trains de voyageurs ordinaires et son influence est considérée comme nulle pour les trains express.

Les valeurs de V, V′, V″ sont les suivantes :

Trains de marchandises :

			Valeur de V.
Pentes, paliers ou rampes de .	0 à 4	millimètres.	30
Rampe de.	4 à 8	—	25
—	8 à 12	—	22
—	12 à 16	—	18
—	16 à 20	—	16
—	20 et plus	—	14

Trains de voyageurs ordinaires :

			Valeur de V.
Pentes, paliers ou rampes de .	0 à 2	millimètres.	70
Rampe de.	2 à 5	—	65
—	5 à 8	—	60
—	8 à 12	—	54
—	12 à 16	—	48
—	16 à 20	—	42
—	20 à 25	—	35
—	25 et plus	—	25

Trains express :

			Valeur de V.
Pentes, paliers ou rampes de .	0 à 2	millimètres.	78
Rampe de.	2 à 4	—	75
—	4 à 7	—	70
—	7 à 10	—	65
—	10 à 14	—	60
—	14 à 18	—	55
—	18 à 22	—	50
—	22 à 25	—	45
—	25 et plus	—	35

L'allocation totale calculée en additionnant les 5 allocations partielles [1] est exprimée en charbon menu demi-gras.

Le charbon économisé est payé au machiniste 3 francs la tonne.

Grand Central Belge. — Les allocations de combustible sont fixées pour chaque section par kilomètre de locomotives (quel qu'en soit le type) remorquant un train de voyageurs et mixte; par kilomètre de locomotives à 4 et 6 roues accouplées remorquant un train de marchandises; par kilomètre de locomotives à 8 roues accouplées remorquant un train de marchandises.

Il est accordé un allumage de 200 kilogrammes à toute machine qui ne fait pas 100 kilomètres sur son allumage.

Dix minutes de manœuvres comptent pour 1 kilomètre de parcours et l'allocation correspondante est de 12 kilogrammes.

La prime des mécaniciens pour l'économie de combustible est fixée à 3 francs par 1,000 kilogrammes de combustible économisés sur les allocations fixées.

Tout excédent de consommation est payé à raison de 1 franc la tonne.

L'allocation de graissage est fixée à 2k500 par 100 kilomètres pour les voyageurs et mixtes, et à 3 kilogrammes pour les marchandises.

La prime accordée est de 12 centimes par kilogramme économisé; la retenue également de 12 centimes pour chaque kilogramme dépensé en trop.

La prime des chauffeurs est le tiers de celle des mécaniciens.

[1] Il est, en outre, accordé aux machinistes des trains une allocation de 2 kilogrammes par manœuvre dans les gares intermédiaires pour prendre et laisser des véhicules, et, de plus, chaque manœuvre est comptée pour un parcours d'un demi-kilomètre. Pour les machines de gare, l'allocation de traction est calculée à raison de 0k12 de combustible par unité kilométrique de charge : les gares établissent tous les trois mois le quantum d'unités kilométriques remorquées par machine et par heure.

Chemins de fer de l'État wurtembergeois. — Les allocations de combustible et de matières grasses sont fixées par un tableau.

Comme les machines emploient de la houille, de la tourbe ou du bois, on a établi une équivalence entre ces diverses matières.

1 mètre cube de bois à brûler équivaut à 250 kilogrammes de charbon; 1 mètre cube de tourbe équivaut à 166k5 de charbon.

Pour 100 kilogrammes de charbon économisés :

Le mécanicien touche	Fr.	0.312
Le chauffeur —		0.212

Pour chaque mètre cube de tourbe économisé :

Le mécanicien reçoit	Fr.	0.375
Le premier chauffeur		0.250
Le deuxième —		0.087

Chaque kilogramme d'huile économisé donne droit à une prime de

Fr. 0.162 pour le mécanicien ;
0.112 pour le chauffeur.

S'il y a deux chauffeurs (cas de machine chauffée à la tourbe), le premier reçoit fr. 0.087 par kilogramme d'huile économisé; le deuxième, fr. 0.025.

Compagnie du chemin de fer du Nord autrichien. — Les allocations de combustible se composent :

1° D'une allocation par kilomètre de parcours de machine;
2° D'une allocation par 100 tonnes brutes kilométriques remorquées (non compris le poids de la machine et du tender);
3° D'une allocation par heure de manœuvre;
4° D'une allocation par heure de stationnement en pression.

Il est alloué un allumage de 150 kilogrammes.

Le charbon économisé est payé 5 francs les 1,000 kilogrammes, et l'huile, fr. 0.375 le kilogramme.

Les excédents de consommation donnent lieu à une retenue de 2 fr. 50 c. par tonne de charbon et de 50 centimes par kilogramme d'huile.

Les primes et les retenues de chaque machine sont partagées entre le machi-

niste et le chauffeur à raison de deux tiers pour le premier et d'un tiers pour le second.

Société I. R. P. austro-hongroise des chemins de fer de l'État. — Les allocations de combustible comprennent une allocation par kilomètre de machine et une allocation pour 1,000 tonnes kilométriques de charge brute.

L'allocation dépend du type de la machine, de la ligne et de la saison.

Les primes pour économies sont de : 5 fr. 50 c. par tonne de charbon, et la retenue pour excès de consommation est de 2 francs par tonne. Cette prime se partage ainsi :

Trois quarts pour le mécanicien;
Un quart pour le chauffeur.

La prime pour économie de matières grasses est de :

40 centimes par kilogramme d'huile normale; la retenue est de 15 centimes par kilogramme.

Cette prime se partage par moitié entre le mécanicien et le chauffeur.

Nord de l'Espagne. — Le tableau des allocations est fixé par l'ingénieur en chef du matériel et de la traction, d'après les résultats pratiques de consommation.

Chaque tonne de combustible économisée sur les quantités allouées donne droit à une prime de 12 fr. 50 c. et chaque tonne dépensée en plus donne lieu à une retenue de 10 francs.

Le graissage donne lieu à une prime ou à une retenue de 30 centimes pour chaque kilogramme économisé ou dépensé en plus.

Ces primes et retenues se partagent dans la proportion de deux tiers pour le mécanicien et d'un tiers pour le chauffeur.

État français. — Les machines reçoivent pour leur consommation de combustible trois allocations différentes :

Une pour la traction des trains et le parcours des machines isolées;
Une pour les manœuvres;
Une pour les stationnements.

L'allocation pour la traction des trains varie, comme la consommation réelle, avec la section de la ligne, avec le type de la machine et avec la charge.

L'allocation de traction des trains est fixée par kilomètre et se décompose en deux parties : l'une pour la machine et le tender, l'autre pour le tonnage du train remorqué.

La prime à porter au compte des machines est fixée à 8 francs par tonne économisée; la retenue, à 3 francs par tonne brûlée en trop.

Graissage. — Il est alloué par kilomètre parcouru, quels que soient le type de la machine et la nature du train, pour l'huile et les matières grasses :

Pour machines à 4 roues couplées.	. . . .	.Fr.	0.020
— 6 —	. . . . .		0.025
— 8 —	. . . . .		0.030

La prime ou la retenue à porter au compte de la machine est fixée à 50 centimes par kilogramme économisé ou dépensé en trop.

Les chauffeurs touchent ou payent le quart de la prime nette ou de la retenue des mécaniciens.

Est français. — Les allocations de combustible sont fixées pour chaque dépôt et pour chaque type de machine par kilomètre de train d'une composition normale déterminée. Lorsque cette composition est dépassée, les allocations sont augmentées de 500 grammes par véhicule et par kilomètre.

Une allocation supplémentaire de 500 grammes est accordée par véhicule et par kilomètre lorsque la charge dépasse un nombre de véhicules dépendant du type de la machine, du profil et de la vitesse du train.

Une prime de 1 franc pour le mécanicien et de 50 centimes pour le chauffeur est accordée aux trains franchissant certaines rampes sans demander de renfort. Une tolérance de cinq minutes est accordée pour l'arrivée en haut de la rampe.

La prime est calculée à raison de 7 fr. 50 c. par tonne de coke et de 6 francs par tonne de houille, et se partage à raison de deux tiers pour le mécanicien et d'un tiers pour le chauffeur.

Tout excédent trimestriel de consommation de combustible dépassant de plus de 1 kilogramme par kilomètre l'allocation proposée, entraîne la retenue de la totalité des primes d'entretien de la machine.

Graissage. — Une économie sur les allocations de matières grasses donne lieu à l'application de primes dont la valeur est de 30 centimes par kilogramme économisé; deux tiers pour le mécanicien, un tiers pour le chauffeur.

Ouest français. — Le tableau général des allocations fixe les allocations au service des voyageurs pour :

1° La machine et 5 voitures;

2° Pour chaque voiture en plus et au service des marchandises;

3° Pour la machine et 50 tonnes;
4° Pour chaque tonne en sus;
} Pour les trains de marchandises sur les lignes à faible trafic et à petit parcours.

5° Pour la machine et 75 tonnes;
6° Pour chaque tonne en sus.
} Pour les trains de marchandises sur les lignes à trafic et à parcours normaux.

Pour calculer la prime de chaque mécanicien, on emploie la composition moyenne des trains qu'il a conduits dans le mois. La charge des trains est comptée par le nombre de voitures ou par tonnes, suivant qu'il s'agit de trains de voyageurs ou de trains de marchandises.

La prime par tonne de combustible économisée est fixée : pour les mécaniciens, à 8 francs; pour les élèves-mécaniciens, à 4 francs; pour les chauffeurs, à 2 francs.

Les excédents de consommation de combustible donnent lieu *pour le mécanicien* à une retenue de 5 francs par tonne.

Graissage. — Il est accordé aux mécaniciens une prime de 50 centimes par kilogramme de matières grasses qu'ils économisent sur les quantités inscrites aux tableaux d'allocations.

Les excédents de consommation de matières grasses donneront lieu *pour le mécanicien* à une retenue de 50 centimes par kilogramme.

L'allocation de matières grasses à l'Ouest varie avec les lignes et avec la vitesse.

Nord français. — Les allocations sont fixées pour une charge normale désignée par le nombre de voitures ou d'unités de train, et par kilomètre. L'allocation est augmentée quand il y a surcharge : 1° de 1 à 3 voitures; 2° de 4 voitures et au-dessus.

Par exemple, l'allocation aux express en été, avec charge normale, est de 9 kilogrammes; avec surcharge de 1 à 3 voitures, elle est de 10k5; avec surcharge de 4 voitures et au delà, elle est de 12 kilogrammes.

Il y a, en outre, une prime spéciale en argent pour certains trains rapides qui sont désignés par l'ingénieur en chef.

Pour que le machiniste et le chauffeur puissent toucher cette prime, il faut que la marche du train se soit faite d'une façon régulière.

La prime d'économie de combustible est de 4 francs par 1,000 kilogrammes,

quand la consommation de gros combustible ne dépasse pas la proportion fixée par le tableau général des allocations.

La prime n'est que de 3 francs si la proportion fixée est dépassée.

En outre de la prime du machiniste, le chauffeur touche une prime égale à la moitié de celle-là.

Tout excédent de consommation sur le chiffre de l'allocation, à moins qu'il ne soit justifié, donne lieu à une retenue de 50 centimes par 1,000 kilogrammes pour le mécanicien et de 25 centimes pour le chauffeur.

Graissage. — L'allocation de matières grasses est fixée par 100 kilomètres dans le tableau des allocations.

La prime payée par kilogramme économisé est de 15 centimes pour le mécanicien et de 7 centimes pour le chauffeur.

Tout excédent de consommation entraîne une retenue par kilogramme de 4 centimes pour le mécanicien et de 2 centimes pour le chauffeur.

Midi français. — Les quantités de combustible allouées pour la traction des trains sont fixées par kilomètre de train jusqu'à une composition comportant un certain nombre de véhicules.

Chaque véhicule en plus donne lieu à un supplément d'allocation fixé par le tableau général.

La prime à appliquer par 1,000 kilogrammes de combustible économisés est fixée par l'ingénieur en chef sans pouvoir être supérieure à 10 francs.

Toute consommation de combustible excédant les allocations fixées dans les tableaux donne lieu à une retenue égale au chiffre fixé pour prime d'économie.

Graïssage. — Allocation fixée également par un tableau dressé par l'ingénieur en chef; elle varie seulement avec le type de machine.

La prime ou la retenue est fixée à 50 centimes par kilogramme de matières grasses.

Les chauffeurs ont droit à une prime égale au tiers de la prime nette touchée par le mécanicien.

Compagnie de Lyon. — La prime d'économie de combustible allouée aux mécaniciens est de 10 francs par tonne de combustible économisée.

L'allocation est calculée comme il suit : On établit d'abord l'allocation théorique totale de chaque équipe du roulement, en additionnant les différentes allocations partielles correspondant à chaque service fait par les machines de l'équipe et qui dépendent de la charge et de la vitesse des trains remorqués, des profils parcourus, etc.

L'allocation théorique totale de chaque équipe de roulement est ensuite augmentée ou diminuée par une allocation supplémentaire, positive ou négative, calculée de manière à ramener à un chiffre déterminé à l'avance par machine l'économie moyenne mensuelle correspondant au parcours fixé par le roulement mensuel de l'équipe.

Ce chiffre déterminé à l'avance est :

Pour les machines à 2 et à 3 essieux couplés	aux trains express et de marchandises 4,000 kilogrammes; aux trains de voyageurs et de messageries, 3,500 kilogrammes;

Pour les machines à 4 essieux couplés, aux trains de toute nature, 5 ,000 kilogrammes;

Pour les machines de manœuvres, 2,500 kilogrammes.

Dans le cas où les mécaniciens consomment plus de combustible qu'il ne leur est alloué, ils subissent une retenue de 10 francs par tonne consommée en excédant.

La prime d'économie de matières de graissage est fixée à 50 centimes par kilogramme économisé sur l'allocation, laquelle est proportionnelle au parcours, mais variable suivant le type de la machine.

Si l'allocation a été dépassée, on fait subir aux mécaniciens une retenue de 50 centimes par kilogramme de graissage dépensé en trop.

La prime ou retenue de chaque machiniste est partagée à raison de deux tiers pour le machiniste, et d'un tiers pour le chauffeur.

Compagnie d'Orléans. — Les allocations de combustible sont fixées d'après la classe des trains et proportionnelles à la charge du train, quand celle-ci [illegible]

La prime est calculée à raison de 10 francs par tonne de combustible; les retenues également.

L'allocation de matières grasses est fixée par type de machine.

La prime à payer est fixée à 25 francs par 100 kilogrammes d'huile économisés. La retenue pour dépense supérieure à l'allocation est aussi de 25 francs par 100 kilogrammes.

La prime est partagée entre le machiniste et le chauffeur dans le rapport de 3 à 1. De même pour la retenue.

3° Primes de régularité de marche.

A la Compagnie du Nord, ainsi qu'aux chemins de fer de l'Etat belge, les règlements spécifient une prime kilométrique pour la régularité de la marche. Cette prime varie de 1.5 à 3.5 centimes par kilomètre. Les chauffeurs participent à la prime.

Les pertes de temps en marche peuvent faire supprimer la prime de régularité, soit pour la totalité, soit pour une partie de son parcours; il n'est pas tenu compte, au moins aux termes du règlement, du temps gagné en marche.

Pour quelques trains express très chargés et de service direct, la régularité de marche donne lieu sur le Nord français à une prime variable de 1 à 3 francs par train pour le mécanicien et de 60 centimes à 2 francs pour le chauffeur.

La même prime existe à l'État belge et est d'environ 1 centime par kilomètre.

Les Administrations françaises en général, la Compagnie du Nord de l'Espagne, la Compagnie austro-hongroise des chemins de fer de l'État, assurent la régularité de la marche en donnant une prime aux machinistes par minute gagnée, ou une amende par minute perdue.

Compagnie austro-hongroise des chemins de fer de l'État. — Les primes pour temps gagné sont les suivantes :

	PRIMES PAR MINUTE GAGNÉE POUR		
	le machiniste.	le chauffeur.	Total.
Trains express et courriers. . . . . fr.	0.105	0.07	0.175
— de voyageurs.	0.09	0.06	0.15
— mixtes et de marchandises.	0.06	0.04	0.10

Compagnie du Nord de l'Espagne. — Quand il se présente des retards dans la marche régulière des trains, pour des causes étrangères au service de la trac-

tion, il est accordé au machiniste une prime pour chaque minute gagnée en parcourant les trajets où la vitesse peut être augmentée, sans dépasser les limites respectives qui sont fixées comme maximum par les règlements de la Compagnie.

Ces primes sont ainsi fixées par minute gagnée :

Pour les trains express et de voyageurs dont la vitesse dépasse 50 kilomètres à l'heure :

20 centimes pour le mécanicien;
10 centimes pour le chauffeur.

Voyageurs et mixtes :

Fr. 0.066 pour le mécanicien;
0.033 pour le chauffeur.

Pour les trains de marchandises :

Fr. 0.0333 pour le mécanicien;
0.0166 pour le chauffeur.

Tout retard provenant du service de la traction donne lieu, au contraire, à une retenue qui est, au delà des cinq premières minutes :

Trains marchant au delà de 45 kilomètres à l'heure	40 centimes pour le mécanicien; 20 — pour le chauffeur.
Pour les autres trains	fr. 0.1333 pour le mécanicien; 0.0666 pour le chauffeur.

État français. — Il est accordé aux mécaniciens pour le temps regagné en marche :

1° 5 centimes par minute gagnée pour trains de marchandises;
2° 10 centimes par minute pour trains de voyageurs.

Il est fait une réduction de 25 centimes par minute de retard au delà de trois minutes pour trains de voyageurs et de cinq minutes pour trains de marchandises.

Tout accident de machine survenu à un train pour une cause quelconque, lorsqu'il amène un arrêt supérieur à quinze minutes, entraîne une retenue sur la prime des mécaniciens qui s'ajoute à celle pour temps perdu. Cette retenue est de :

10 francs pour machines à 4 roues couplées;
5 — — 6 —

Ces dernières retenues sont également infligées chaque fois que les mécaniciens se trouvent, par suite d'impuissance ou d'avarie de leur machine provenant de leur négligence, obligés ou de différer des wagons, ou de refuser de compléter leur charge, ou de demander la machine de réserve.

Les chauffeurs reçoivent une prime égale au quart de la prime nette à payer, et supportent les retenues dans la même proportion.

Ouest français.— La prime de régularité de marche est payée en combustible à raison de 10 kilogrammes par minute gagnée pour les trains marchant de 61 à 80 kilomètres et pour les trains de banlieue; 5 kilogrammes pour les autres trains.

Le temps qu'un mécanicien a réellement perdu, dans le trajet total ou partiel d'un train, peut donner lieu pour ce mécanicien à une amende de 20 centimes par minute et, de plus, à la suppression de la moitié des primes d'économie du train.

Midi français. — Une minute gagnée aux trains express donne droit à une prime de 5 kilogrammes de combustible.

Cette prime peut être allouée aussi à certains trains omnibus.

Des amendes spéciales, selon la gravité des cas, sont infligées quand il est constaté qu'un retard quelconque peut être attribué à une économie mal entendue de combustible ou de graissage.

En dehors de ces circonstances, un retard de trois minutes n'est pas imputé à faute au mécanicien.

Le mécanicien arrivant par sa faute plus de trois minutes en retard pour un train de voyageurs, et plus de quinze minutes pour un train de marchandises, subit une retenue, dans le premier cas de 50 centimes et dans le deuxième de 25 centimes pour chaque minute de retard au delà des limites accordées.

Tout accident de machine survenu à un train pour une cause quelconque, lorsqu'il amène un arrêt supérieur à quinze minutes, entraîne une retenue sur la prime du mécanicien de :

10 francs.	pour les machines à voyageurs;	
8 —	—	mixtes;
6 —	—	marchandises.

Ces retenues sont également infligées chaque fois que les mécaniciens se trouvent, par suite d'impuissance ou d'avarie de leur machine, obligés, ou de différer des wagons, ou de refuser de compléter leur charge, ou de demander l'aide de la réserve de certains dépôts.

Les chauffeurs ont droit à une prime égale au tiers de la prime nette d niciens.

Est français. — L'allocation pour temps gagné en marche est de :

30 kilogrammes pour les trains express par minute;
20 — — directs —
10 — — omnibus —
10 — — mixtes —

Tout retard de train de voyageurs excédant 20 minutes, résultant du machines et tenders, donne lieu à une amende de :

5 francs pour le mécanicien;
2 fr. 50 c. pour le chauffeur;
5 francs pour le dépôt.

Chaque détresse de train pour avaries donne lieu à une amende de :

20 francs pour le mécanicien;
10 — — chauffeur;
20 — — dépôt,

pour les trains-poste et express.

Pour les autres trains, 10, 5 et 10 francs.

La retenue est doublée pour le mécanicien qui n'a pas fait demander le dans un délai de 15 minutes à partir de la détresse.

Toute machine demandant la réserve, sans avoir occasionné de détress lieu aux amendes de :

5 francs pour le mécanicien;
2 fr. 50 c. pour le chauffeur;
5 francs pour le dépôt.

Compagnie de Lyon. — Le temps compté comme gagné ou perdu on n'est pas la simple différence entre le temps alloué par les livrets de marc franchir la distance entre deux relais de machines et le temps réellement à franchir cette distance, mais bien un temps fictif calculé d'après le tra de la machine, à raison de la charge et de la vitesse.

Voici quelques détails à ce sujet : En dehors de la vitesse normale indiq les feuilles de marche, les ingénieurs de la Compagnie de Lyon consid vitesse *possible* d'un train, c'est-à-dire la vitesse que la machine peut in

au train lorsqu'elle développe le travail normal exigible. Cette vitesse possible dépend : du type de la machine, du profil de la section, de la charge réelle du train et des conditions atmosphériques. Il n'est tenu compte de ce dernier élément que dans le cas où l'état de l'atmosphère comporte une réduction de la charge des machines. Lorsqu'il en est ainsi, le chef de dépôt inscrit sur un bulletin le coefficient de réduction qui doit être appliqué à la charge normale. Dans ce cas, on augmente la charge réelle en la divisant par $(1-\alpha)$, α étant le coefficient de réduction, et la vitesse possible du train est celle qui, dans le livret des charges pour la section de chemin de fer et pour le type de machines, correspond à la charge rectifiée comme il vient d'être dit. Le temps fictif considéré comme gagné ou perdu, qui sert de base au calcul de primes, est la différence entre le temps nécessaire pour parcourir la section à la vitesse possible et le temps réellement employé pour la parcourir.

En appelant :

T_n, le temps nécessaire pour franchir la distance à parcourir à la vitesse normale;

T_p, le temps nécessaire pour franchir la distance à parcourir à la vitesse possible;

T_r, le temps réellement employé pour franchir cette distance;

R_n, le temps nécessaire en service normal pour la mise en marche, les ralentissements, arrêts et stationnements imputables à la traction;

R_r, le temps réellement employé pour les mêmes causes;

S_n, le temps normal de stationnement dans les gares pour le service du mouvement;

S_r, le temps réel de stationnement dans les gares pour le service du mouvement;

X, le temps employé pour des ralentissements, arrêts ou stationnements imprévus;

t, le temps porté sur les bulletins de traction comme gagné en fait par le mécanicien;

θ, le temps gagné rectifié à compter,

Le temps total accordé pour conduire le train est :

$$T_n + R_n + S_n + X.$$

Le temps réellement employé est :

$$T_p + R_p + S_p + X.$$

Le temps gagné par tous les services est la différence entre le temps accordé et le temps employé, soit :

$$(T_n - T_r) + (R_n - R_r) + (S_n - S_p).$$

Le temps porté sur le bulletin de traction comme gagné par le mécanicien est :

$$t = (T_n - T_p) + (R_n - R_p).$$

Dans l'application, on suppose que la mise en marche, les ralentissements et arrêts, s'effectuent dans le temps prévu ; dès lors, le terme $Rp - Rn$ ne représente plus que le temps perdu par le mécanicien dans les stationnements.

Or, on a $$\theta = T_p - T_p + (R_n - R_r).$$

D'où $$\theta = t + T_p - T_n.$$

Donc, en fin de compte, le temps fictif gagné par le mécanicien s'obtient en ajoutant au temps porté sur le bulletin de traction comme gagné par le mécanicien, la différence entre le temps nécessaire pour franchir la distance à la vitesse possible et le temps nécessaire pour la franchir à la vitesse normale.

Les valeurs de θ et de t, positives pour les temps gagnés, sont négatives pour les temps perdus.

La prime par minute de temps gagnée ou la retenue par minute de temps perdue sont égales; elles sont fixées ainsi qu'il suit pour les différents services :

40 centimes par minute pour les trains express;
30 — — — omnibus et mixtes;
10 — — — de marchandises.

Lorsque le retard d'un train aura été occasionné par une surcharge, on n'applique pas la suppression de prime sur le parcours du train toutes les fois que la surcharge, exprimée en tonnes, sera supérieure ou au moins égale au double du temps perdu exprimé en minutes.

Tout emploi non justifié de machine de renfort ainsi que tout déplacement non justifié de réserve sont considérés comme retard et donnent lieu à une suppression de primes sur le parcours effectué par la machine déplacée.

Tout machiniste qui, en dehors des cas de force majeure, tels que tourmente, neige couvrant les rails, verglas ou accident de la voie, arrive au 31 mars de chaque année à avoir plus d'un retard par 5,000 kilomètres parcourus, cesse de recevoir les primes d'économie et de temps gagné, jusqu'à ce qu'il soit rentré dans les conditions normales.

Les retenues de primes diverses, sauf les primes de parcours, deviennent définitives si, au 31 décembre, le machiniste n'est pas rentré dans les conditions normales d'un retard pour une moyenne de 5,000 kilomètres parcourus.

La prime nette est partagée entre le machiniste et le chauffeur dans le rapport de 3 à 1. De même pour la retenue.

4° Primes diverses.

Nous noterons parmi les primes accessoires en vigueur chez quelques Administrations au profit des machinistes et chauffeurs:

1° Les *primes de parcours*.

Grand Central Belge. — La prime de parcours est fixée à :

Fr. 0.004	par kilomètre	. . . .	trains voyageurs et mixtes;
0.008	—	. . . . .	— de marchandises;
0.020	—	. . . . .	— de marchandises (certaines lignes).

La prime des chauffeurs est le tiers de celle des mécaniciens.

L'*État wurtembergeois* alloue également aux machinistes et chauffeurs des primes de parcours kilométriques variables : de 1 à 1.5 centime pour les machinistes et de 0.35 à 1 centime pour les chauffeurs.

La *Compagnie du Nord autrichien* alloue au personnel des machines les primes de parcours suivantes par myriamètre :

	Machiniste.	Chauffeur.
Aux trains express, de voyageurs, mixtes, marche	—	—
haut-le-pied . . . . . .Fr.	0.20	0.125

	Machiniste.	Chauffeur.
Aux trains de marchandises, de travaux et de transports militaires	0.31	0.20
Par heure de manœuvre	0.22	0.125
Par heure de stationnement en pression	0.05	0.05

La *Société austro-hongroise des chemins de fer de l'État* possède une organisation de primes de parcours à peu près identique.

Au *Nord de l'Espagne*, les mécaniciens et chauffeurs ont droit à une allocation pour chaque kilomètre parcouru, soit en faisant le service des trains, soit avec une machine haut-le-pied, soit en double traction.

L'allocation pour les mécaniciens est :

Machines mixtes	Moins de 3,000 kilomètres par mois :	
	Par kilomètre.	Fr. 0.00875
	Au delà de 3,000 kilomètres . . .	0.015
Machines à 6 roues couplées.	Moins de 2,500 kilomètres par mois :	
	Par kilomètre.	Fr. 0.01
	Au delà de 2,500 kilomètres . . .	0.0175
Machines à 8 roues couplées.	Moins de 2,000 kilomètres par mois :	
	Par kilomètre.	Fr. 0.01250
	Au delà de 2,000 kilomètres . . .	0.025

Les chauffeurs perçoivent une prime égale à la moitié de celle des mécaniciens.

primes existent dans la Compagnie d'Orléans et les chemins de fer de l'État d'Autriche-Hongrie;

4° Les *primes de constatations d'avaries*, qui existent dans les Administrations du Nord de l'Espagne, des chemins de fer de l'État d'Autriche-Hongrie et dans les Administrations françaises;

5° Les *primes d'économie de matières de nettoyage*, qui existent à la Compagnie austro-hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État, et qui se partagent entre les nettoyeurs et leur chef immédiat;

6° *Les primes d'économie de combustible des machines d'alimentation* (Orléans, Nord autrichien, Compagnie austro-hongroise, etc.);

7° *Les primes de levage et d'économies de matières de graissage des voitures et wagons.*

La Compagnie du Nord autrichien fixe comme maximum de consommation de matières de graissage les chiffres suivants :

1er	trimestre	5 grammes par	100 tonnes brutes	kilométriques;
2e	—	7	—	—
3e	—	8	—	—
4e	—	4	—	—

Les graisseurs et leurs chefs se partagent une prime égale au tiers de la valeur des matières économisées sur ces allocations.

De même, la Compagnie du Nord autrichien a relevé pour les chauffages de voitures et wagons dans les dernières années les nombres moyens suivants :

1er	trimestre de l'année,	1 chauffage pour	1,200,000	tonnes brutes kilométriques;
2e	—	—	750,000	—
3e	—	—	550,000	—
4e	—	—	900,000	—

Il est alloué aux agents une prime de 3 francs par chauffage en moins que le nombre qui résulterait pour chaque trimestre de l'application des proportions ci-dessus.

5° Primes des chefs et sous-chefs de dépôt.

Nord de l'Espagne. — Les chefs et sous-chefs de dépôt touchent la moyenne des primes des mécaniciens de leur dépôt quand il comprend dix machinistes ou

moins. La prime est augmentée de 3 p. c. de sa valeur par machiniste en plus de dix avec maximum de 200 francs par mois.

Société austro-hongroise des chemins de fer de l'État. — Les chefs de dépôt touchent une prime égale à la moyenne des primes des machinistes de leur dépôt.

État belge. — Les chefs de dépôt reçoivent la totalité des primes d'économie en matières de graissage et une prime pour la réparation des locomotives.

Nord français. — Les chefs de dépôt reçoivent une prime égale à la moyenne des primes obtenues par les machinistes de leur dépôt.

Les sous-chefs reçoivent une prime égale à la moitié de celle de leur chef de dépôt.

Les chefs-mécaniciens reçoivent une prime fixe.

Midi français. — Les chefs et sous-chefs de dépôt comprenant plus de cinq mécaniciens reçoivent chacun une prime réglée par la formule $2M\left(1 + \frac{n}{200}\right)$, M étant la moyenne des primes d'économies des machines du dépôt et n le nombre des mécaniciens.

État français. — Les mécaniciens chefs de réserve reçoivent la moyenne des primes de leur section, sans que cette prime puisse dépasser 75 francs par mois.

La prime des chefs et sous-chefs de dépôt est égale au double de la prime moyenne des mécaniciens de leur dépôt, et celle des chefs-mécaniciens au double

dont le montant est égal à la moitié de la somme des primes réalisées entre les mécaniciens.

Cette prime est divisée ainsi :

Deux tiers entre les chefs et sous-chefs; un tiers entre les ouvriers qui ont le plus contribué au bon entretien des machines.

Une répartition analogue est faite pour les primes d'économie de main-d'œuvre et sur la manipulation des combustibles, et sur les économies de matières.

Compagnie d'Orléans. — Les chefs et sous-chefs de dépôt touchent la prime moyenne des machinistes de leur dépôt pour les économies de combustible, de matières grasses et de temps gagné, ainsi que pour l'entretien des machines.

En outre, ils touchent une prime sur les dépenses courantes du dépôt, lorsque ces dépenses sont au-dessous des allocations fixées pour chaque dépôt par un tableau spécial dressé par l'ingénieur en chef.

Les chefs et sous-chefs de dépôt touchent enfin une prime égale au dixième de la valeur totale des primes d'économie des prises d'eau placées sous leur direction.

RÉSUMÉ.

En résumé, sur les dix-neuf Administrations qui ont bien voulu nous adresser des renseignements, et dont le réseau représente un développement de 52,000 kilomètres environ, cinq Compagnies ne donnent d'autres primes à leur personnel qu'une gratification de fin d'année à titre de récompense pour bons services; ce sont des Compagnies anglaises. Au contraire, les Administrations du continent, au nombre de quatorze, font toutes une application des primes dans des proportions plus ou moins larges.

Elles ont toutes notamment les primes d'économie de combustible et de matières grasses.

Après ces primes, celles de régularité de marche, réglées soit en argent, soit en allocations de combustible, sont les plus répandues; elles ne comportent pas toujours de rémunération pour les minutes gagnées.

Les primes d'entretien sont d'une application moins développée que les précédentes. Elles sont indiquées dans la majorité des documents que nous avons reçus. Mais l'État belge, le Grand Central Belge, le Nord belge, l'État wurtembergeois, le Nord de l'Espagne, le Nord français n'en font pas application, estimant qu'il n'y a pas lieu de mêler les machinistes dans les travaux d'entretien et *a fortiori* dans les travaux de réparation de leurs machines.

Par contre, l'une de ces dernières Administrations, celle de l'Etat belge, présente cette particularité intéressante qu'elle donne des primes de réparation aux agents des ateliers centraux.

Parmi les primes diverses, on remarque surtout les primes de parcours, qui sont appliquées en Belgique, en Autriche, en Wurtemberg, en Espagne.

Enfin, les documents que nous avons reçus mentionnent pour la plupart des Administrations une participation des chefs et sous-chefs de dépôt dans les primes de leurs machinistes.

Nous terminerons ce trop long exposé en indiquant dans le tableau ci-dessous la proportion pour laquelle figurent, dans le salaire des machinistes, chauffeurs, chefs et sous-chefs de dépôt des Administrations françaises, d'une part, les appointements fixes (déduction faite des retenues pour la retraite) et, d'autre part, les primes diverses.

Proportion pour cent des primes par rapport à la somme nette touchée.				
COMPAGNIES.	Chefs de dépôt.	Sous-chefs.	Machinistes.	Chauffeurs.
Ouest	16 à 23	31 à 26	25 à 20	12 à 13
Nord.	25 à 35	22 à 15	25 à 29	31 à 23
Est	35 à 41	32 à 27	50 à 35	25 à 22
Paris-Lyon	5	47 à 38	13 à 10	16 à 14

COMPLÉMENT A L'EXPOSÉ

PAR E. SOLACROUP

INGÉNIEUR EN CHEF ADJOINT A L'INGÉNIEUR EN CHEF DU MATÉRIEL ET DE LA TRACTION DU CHEMIN DE FER D'ORLÉANS

Des renseignements reçus récemment par la Commission internationale, indiquent que la Compagnie du Nord français alloue, comme l'Administration de l'État belge, des primes de réparations au personnel supérieur de ses ateliers (chefs et sous-chefs d'atelier, contremaîtres et contremaîtres adjoints). Cette prime est calculée sur les bases indiquées ci-dessous :

DÉSIGNATION.	LOCOMOTIVES.				CHAUDIÈRES DE LOCOMOTIVES.		Locomobiles.	Construction de locomotives neuves.
	Réparation de 10,000 francs et au-dessus.	Réparation de 5,000 à 10,000 francs	Réparation de 1,000 à 5,000 francs.	Réparation au-dessous de 1,000 francs.	Réparation de 5,000 à 10,000 francs.	Réparation au-dessous de 5,000 francs.		
	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.	Fr. C.
Chefs d'atelier . . .	4 »	3 »	2 »	0 30	3 »	2 »	0 40	50 »
Sous-chefs d'atelier . .	3 »	2 25	1 50	0 225	2 25	1 50	0 30	37 50
Contremaîtres . .	2 »	1 50	1 »	0 15	1 50	1 »	0 20	25 »
Premiers adjoints . .	1 »	0 75	0 50	0 07	0 75	0 50	0 10	12 50
Deuxièmes adjoints . .	0 50	0 40	0 25	0 03	0 40	0 25	0 05	6 25

Paris, 27 août 1887.

DISCUSSION EN SECTION

(2e SECTION)

Séance du 21 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. BELPAIRE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BANDERALI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. SOLACROUP

M. le Président. La parole est à M. Solacroup, ingénieur en chef, adjoint à l'ingénieur en chef du matériel et de la traction du chemin de fer d'Orléans, pour faire l'exposé de la question des primes.

II. — Avantages et inconvénients dans le cas de la rémunération mixte des primes de diverse nature.

III. — Organisation des primes du personnel supérieur du service des machines.

M. le Président. Je crois que nous pourrions suivre ce programme pour mettre de l'ordre dans nos discussions. (*Adhésion.*)

Nous abordons d'abord le premier point :

Comparaison des divers systèmes de rétribution du personnel des machines.

M. Mayer (*France*). Un principe domine cette question.

Il est appliqué dans les ateliers à ce qu'on appelle le travail aux pièces et il consiste à rémunérer, au moins en partie, chaque agent dans la proportion des efforts qu'il fait pour améliorer son travail, pour réduire la dépense de la Compagnie à laquelle il est attaché et aussi pour faire un bon service sous toute espèce de rapports. La rémunération proportionnelle à l'effort effectué me paraît être une chose essentiellement morale, mais à une condition : c'est de s'appliquer à un individu pour le travail qu'il a fait lui-même. S'il s'agit des primes de graissage des véhicules dont j'ai entendu parler tout à l'heure, primes devant être divisées entre tous les graisseurs, cette manière d'opérer ne me paraît pas aussi satisfaisante.

Je considère comme bon, utile et moral de rémunérer, non en totalité, mais en partie, chaque agent en proportion des efforts qu'il a faits dans le but d'arriver à un bon résultat. C'est là ce que je trouve juste dans le système des primes.

Je crois que ce n'est pas le moment de toucher à une autre question : celle de la pondération des primes par rapport les unes aux autres. Je me réserve de revenir sur ce point; mais voici le principe que je crois devoir poser dès le début: on ne peut recevoir de récompense que pour l'effort fait par soi-même.

M. le Président. Il y a une question que nous devrions tout d'abord traiter : une Administration doit-elle assurer à l'ouvrier un salaire fixe, ou peut-elle le mettre dans une condition telle que s'il travaille mal, il n'aura pas de salaire?

M. Mayer. Il faut un minimum fixe.

M. Polonceau (*France*). La prime ne peut être qu'un supplément au salaire fixe, une récompense encourageant la régularité du service, les économies réalisées.

M. le Président. Les conducteurs, les machinistes n'ont pas de salaire fixe
Amerique.

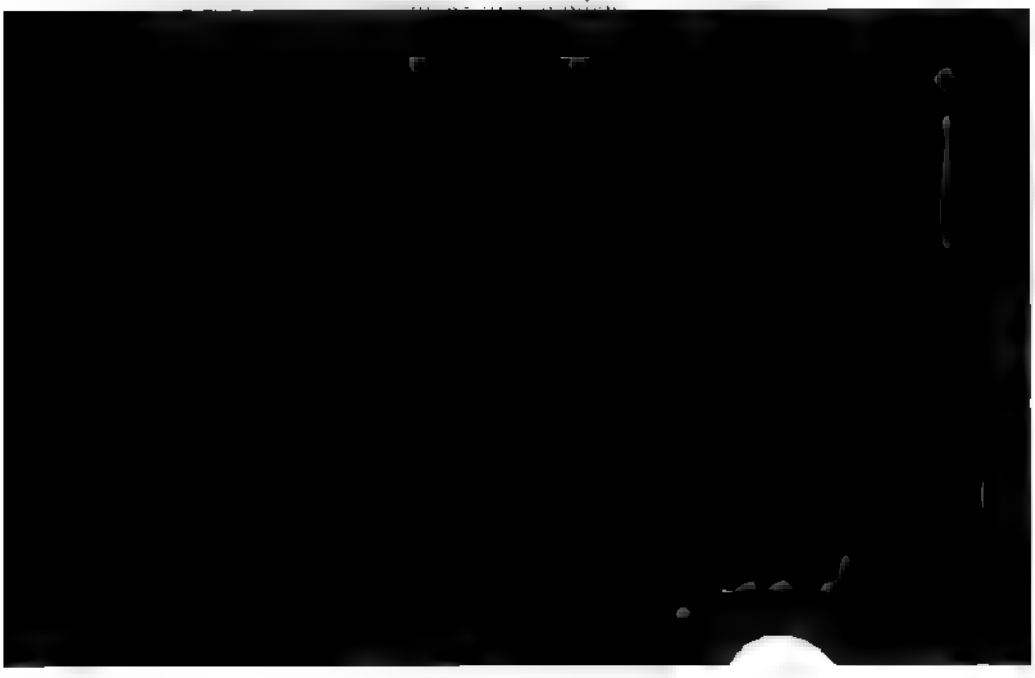
M. Banderali. M. Solacroup appelle notre attention sur ce point dans s
rapport. Nous devons émettre une opinion à cet égard. Il s'agit de savoir si l
doit rétribuer le personnel des machines par un salaire fixe, — comme
Angleterre, où il est payé à la journée, — ou si l'on doit lui donner u
prime de parcours, c'est-à-dire une rémunération proportionnelle au parcours,
enfin s'il faut adopter un système mixte.

Il est bien entendu que l'expression « prime de parcours » comme je viens
l'employer ne peut être prise dans le sens où nous l'entendons en France.

M. Pelonceau. En Allemagne et en Autriche-Hongrie, ce qu'on appelle
prime de parcours fait partie du salaire. C'est une prime par kilomètre parcou
En France, nous appelons prime de parcours une prime s'appliquant au b
entretien de la locomotive afin de lui faire accomplir le plus grand parcours ava
de rentrer aux ateliers en grande réparation.

M. Banderali. La prime spéciale de parcours a en effet un objet particuli
nous en parlerons plus loin.

Il y a trois semaines, la question de la rémunération uniquement proportio
nelle au parcours a été soulevée en Angleterre au Midland Railway, où l
mécaniciens se sont mis en grève parce qu'on voulait leur imposer ce systèm
Il est certain que la question est assez importante pour que nous nous pronc



n'est pas même possible. Dans les divers pays, il y a des habitudes prises. Elles font partie des mœurs. Nous pourrions résumer cette question comme suit :

« Le système des primes donne de bons résultats lorsqu'il est appliqué de « manière à identifier l'intérêt du personnel avec celui du service, mais le con- « trôle des agents intéressés aux primes doit toujours être fait par des agents « non intéressés à ces primes. »

Je ne prétends pas que le système de primes de la Compagnie d'Orléans soit meilleur qu'un autre. Mais je dis que si on prouvait qu'un autre système est meilleur, je n'en continuerais pas moins très probablement à conserver celui que j'ai et je ne ferais des modifications qu'avec la plus grande prudence.

M. le Président. Il y a une distinction à établir. Prenons un fonctionnaire; prenons-nous nous-mêmes. Est-ce que nous consentirions à être payés à l'heure? Non, n'est-ce pas? Nous avons nos appointements parce que nous sommes à tous moments à la disposition de notre Administration. Je crois qu'il y a une différence entre le machiniste et l'ouvrier proprement dit : le machiniste doit être toujours à la disposition de son Administration afin de prendre son service immédiatement. Il doit donc avoir un traitement fixe. Quand on lui demande un travail en quantité plus grande...

M. Mayer. Et en qualité meilleure.

M. le Président. Soit! qu'on lui donne alors la prime qui vient augmenter ses ressources. Je crois que c'est là le système le plus rationnel à suivre.

M. le baron Prisse. Il y a une chose qui semble ressortir à l'évidence du rapport qui nous est fait et de la comparaison entre la pratique générale suivie aujourd'hui et ce qu'elle était il y a un certain nombre d'années.

Autrefois, ce système des primes n'était pas appliqué, à ma connaissance. Il y a quarante ans que je suis dans les chemins de fer.

M. Mayer. Moi aussi.

M. le baron Prisse. A l'origine, on donnait des gratifications. Il n'était pas question de primes.

M. Mayer. Il y a quarante ans, il y avait des primes chez nous.

M. Polonceau. Je crois que le système des primes a été adopté pour la première fois vers 1844 ou 1846, au chemin de fer de Strasbourg-Bâle.

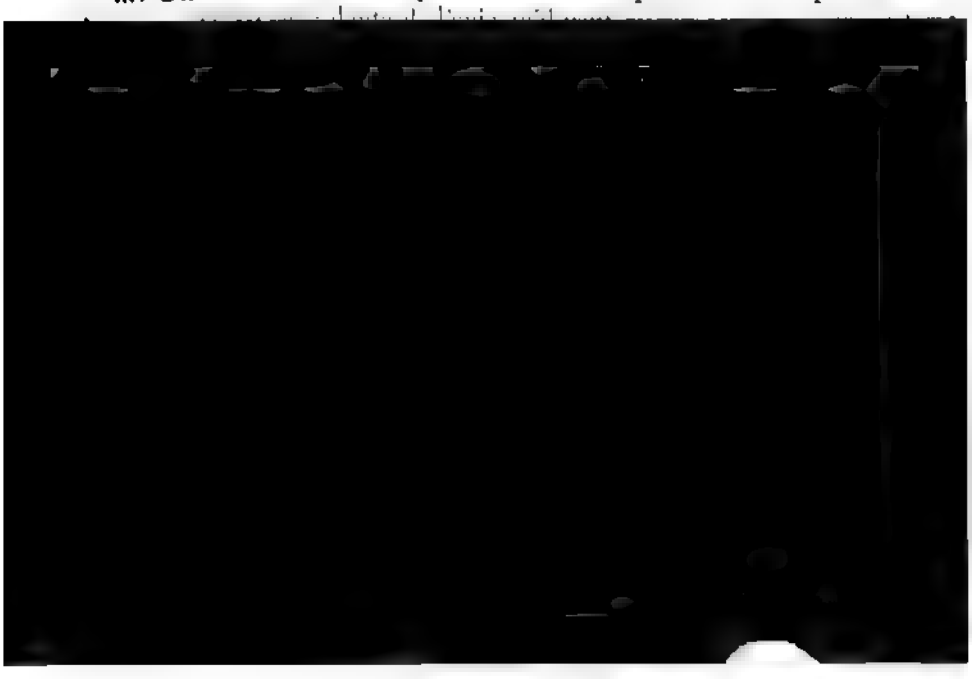
M. le baron Prisse. Je ne veux pas contester la chose, mais il est ‹ que le système des primes s'est beaucoup développé et qu'on l'applique a d'hui à des choses auxquelles il n'était pas étendu autrefois. J'en tire cette quence que s'il s'est développé dans des circonstances diverses, c'est parce en a reconnu l'utilité. On a accordé les primes parce que la mesure était bonne politique.

M. Dieudonné (*France*). On a parlé de l'intérêt des mécaniciens. Il faut envisager l'intérêt de l'Administration. Voici à quel point de vue.

Dans beaucoup de Compagnies, les mécaniciens sont commissionnés, c'est-qu'ils ont un traitement fixe. Ils jouissent d'avantages importants; ils sont pa cas de maladie. Si ces agents ne touchaient pas des primes qui viennent s'a à leur traitement fixe, on pourrait craindre que les moins zélés ne se fisse vent porter malades. Ils seraient assurés de toucher la totalité de leur trai pendant un certain nombre de jours. S'ils reçoivent des primes proportionne travail fait et qui représentent une fraction importante de la totalité d salaire, on leur impose un stimulant. On pousse ceux qui ne sont pas de actifs à faire leur travail convenablement.

M. Henry (*France*). Cette considération rentre dans l'ordre des idées par M. Polonceau : toute prime doit avoir pour effet d'identifier l'intérêt d sonnel avec celui du service.

M. Banderali. Je crois que nous devons exprimer notre opinion sans b



M. Mayer. En proportion des efforts faits par chacun.

M. Henry. Les mêmes raisons peuvent s'appliquer à tous les agents.

M. le Président. Nous avons des machinistes peu zélés qui, pour un léger mal de tête, se disent malades et ne vont pas en route. Il est bon de ne pas donner à ces hommes des salaires fixes trop élevés. Mieux vaut réduire ces salaires et permettre à ces mécaniciens de compléter leurs ressources à l'aide de primes.

M. Mayer. Je crois que la majorité de la section sera de cet avis.

M. Polonceau. Je suis d'avis que le salaire fixe des machinistes ne doit pas être réduit.

M. Mayer. Leur revenu doit se composer de deux parties : une fixe et une variable.

M. Polonceau. M. le Président vient de dire qu'il vaut mieux réduire les salaires.

M. le Président. J'ai dit qu'il valait peut-être mieux donner aux machinistes des salaires fixes moindres et compléter ceux-ci par des primes.

M. Solacroup. Je proposerai de résumer comme il suit les opinions qui viennent d'être exprimées :

« Il paraît avantageux de composer la rétribution du personnel conducteur de « locomotives, machinistes et chauffeurs, d'une partie fixe qui assure convenable- « ment ses moyens d'existence et d'une partie variable suivant les efforts effectués « par ce personnel, en vue de faire un service satisfaisant pour le public, tout en « étant économique pour les Compagnies. »

M. Banderali. Je propose de dire « ... qui assure convenablement ses moyens d'existence *et son avenir...* »

M. Mayer. Je demanderai également à présenter un petit amendement à la rédaction de M. Solacroup. Je voudrais que l'on dise : « ... et d'une partie variable *croissant avec le travail personnel et les efforts de chacun* en vue, etc... ».

M. le Président. Parfaitement, cela répond aux observations qui ont été présentées.

J'ouvre la discussion sur le second point :

Organisation des primes des machinistes et chauffeurs dans le système de la rémunération mixte.

M. Mayer. [illegible] prime [illegible] [illegible] [illegible]

M. Solacroup. La rédaction proposée pourrait tenir compte de ces indications.

M. le Président. Croyez-vous qu'il soit utile d'entrer dans plus de détails ?

M. Banderali. Je demanderai également, si on entre dans la discussion des détails des primes, qu'on relate, à propos de celle qui concerne l'entretien des locomotives, ce qui a été dit dans une précédente séance sur la limite au delà de laquelle il ne faut pas prolonger le service d'une machine. Il semble avantageux de donner, au mécanicien, une prime proportionnelle au nombre de kilomètres pendant lesquels il conserve sa machine en bon état de service, et assez élevée pour stimuler son zèle.

M. Mayer. Il y a des Compagnies dont le recrutement des mécaniciens se fait parmi les ouvriers. D'autres ne pratiquent pas ce recrutement et prennent des mécaniciens non ouvriers. Il est évident que dans le premier cas la Compagnie a intérêt à utiliser le talent et le savoir faire de ses hommes pour l'entretien de la machine. Ceci influe sur la prime que vous devez allouer au mécanicien dans un cas plutôt que dans l'autre. Vous ne pouvez pas donner une prime d'entretien à celui qui ne fait pas l'entretien.

M. Banderali. Nous avons sur le chemin de fer du Nord des machinistes qui généralement ne sont pas des ouvriers. Nous ne leur allouons pas de primes d'entretien. Les Compagnies qui ont institué les primes d'entretien tiennent compte des soins que le machiniste peut donner à sa machine et qui en prolongent le service; il est ouvrier d'état. Ce n'est pas partout ainsi.

M. Polonceau. En vertu du système des primes d'entretien de locomotive de la Compagnie d'Orléans, la locomotive doit être toujours en parfait état ; le machiniste, dès qu'il a un instant, fait les petites réparations qui peuvent prévenir l'usure rapide des pièces, et dans ses jours de dépôt se fait aider par des ouvriers attachés au dépôt, qui travaillent sous sa direction. Il est plus que tout autre, avec ce système, intéressé à ce qu'elles soient promptement et bien faites et à ce qu'il ne soit pas fait de travaux inutiles. Les primes d'économie de combustibles, de temps regagné, de surcharge, les amendes en cas de retard ont le même effet. Enfin, la prime d'entretien basée sur le parcours l'intéresse à éviter les chômages et à maintenir sa machine en service le plus longtemps possible.

M. le Président. Telles seraient donc les différentes primes qui viendraient

augmenter le salaire des machinistes. Comme on l'a parfaitement dit, les co tions des exploitations sont si différentes qu'il serait difficile de s'arrêter à système plutôt qu'à l'autre. Nous n'avons pas à entrer dans les détails.

Passons à l'examen du troisième point:

Organisation des primes du personnel supérieur du service machines.

Voici comment nous procédons à l'État belge. Nous accordons des primes] la régularité du parcours, et pour l'économie des matières de graissage e combustible.

Les machinistes et les chefs de dépôt dont les machinistes dépendent, b ficiaient seuls anciennement des primes de combustible. Afin d'obtenir un n leur entretien, une meilleure réfection des locomotives, nous faisons actuellei participer à ces dernières primes ceux qui, dans les remises, ont le soin du entretien des machines et ceux qui, dans les ateliers centraux, dirigent les vaux de réparation, c'est-à-dire, bien entendu, les contremaîtres et non ingénieurs.

M. Mayer. Le mécanicien a plusieurs sortes de primes : il a la prime du c bustible...

M. le Président. Et celle du graissage.

M. Mayer. Prenons la prime du combustible. Je ne vois pas ce que le d'abord... comment avec l'économie de combustible réalisée par le mécanici

avons trouvé que le service extérieur agissait singulièrement sur l'atelier central pour réaliser des améliorations dans la réfection des moteurs.

M. Polonceau. Je crois que les conclusions que nous proposons, en parlant des primes en général, expriment l'idée que vous avez formulée, c'est-à-dire que les primes donnent toujours un bon résultat. Mais à cet effet, il faut qu'elles soient bien établies, il faut une statistique tenue avec le plus grand soin et toujours de la même manière. Ce qui est applicable sur tel chemin de fer ne pourrait pas toujours se faire ailleurs.

Je puis citer un exemple. Il y a quatorze ou quinze ans, on avait institué à la Société autrichienne-hongroise des primes pour l'entretien du matériel roulant en général — locomotives, voitures et wagons — touchées par les chefs d'entretien et une partie du personnel. On était arrivé à des primes exagérées. Un atelier réparait un wagon, par exemple, d'une manière quelconque, puis il le mettait en circulation sans que la réparation fût faite comme elle devait l'être, et c'était sur un autre atelier que retombait cette réparation. C'était à qui ne réparerait pas le matériel roulant. Aussi ces primes ont été supprimées après quelques années.

M. Mayer. Voulez-vous me permettre de rappeler ce que je disais au commencement : il faut que les primes soient personnelles et qu'elles récompensent les efforts personnels. Si on donnait des primes à un agent pour un travail fait par une collection d'autres agents, on n'obtiendrait pas un bon résultat, en ce sens que vous avez à récompenser non un effort général, mais un effort isolé.

Ce que je préfère, ce que je demande, c'est que chacun soit récompensé selon ses mérites; en un mot, pas d'association pour des choses dues au mérite individuel et une récompense proportionnée à l'effort réellement fait.

M. Banderali. Permettez-moi de vous demander où vous arrêtez l'association. En matière de conduite de machines dont nous nous occupons, il me semble que vous associez le mécanicien et le chauffeur, puisque vous donnez à celui-ci la moitié ou le tiers de la valeur des primes économiques. Par conséquent, votre principe, vous ne le suivez même pas, car vous ne séparez pas l'intérêt du mécanicien de celui du chauffeur. Je demande ce qui constitue l'individualité. Vous voulez peut-être dire que vous n'admettez pas que des primes dues à un service fait par le mécanicien puissent valoir une récompense au chef d'atelier qui répare, comme le fait M. Belpaire?

M. Mayer. Pourquoi récompenser le chef d'atelier? Il ne répare pas une

achine. Il en répare 50, 100. Les efforts qu'il fait se répartissent sur un gran[illegible]nd ombre de machines et ne peuvent pas être mesurés d'après les efforts faits pa[illegible]ar e mécanicien.

M. Parent (*France*). Les associations d'agents qui concourent au même bu[illegible]ut oivent être considérées comme des individualités.

M. Polonceau. Il y a une distinction à faire. Le chauffeur est sous les ordr[illegible]es bsolus du machiniste. Par conséquent, ce n'est qu'une délégation. Le chauffe[illegible]ur e met du combustible dans le foyer que lorsque le machiniste lui en donne l'ordr[illegible]e.

M. le baron Prisse. Nous donnons une prime séparée au chauffeur et [illegible]au nachiniste. Celle de ce dernier est plus élevée.

M. Banderali. Dans nos conclusions, nous n'aurons pas besoin, je crois, [illegible]de iser la troisième partie de la question, sur laquelle il est difficile d'exprim[illegible]er ne opinion embrassant tous les cas. La participation du personnel supérie[illegible]ur ux primes est une question d'espèce.

M. le Président. Je vous propose, messieurs, d'arrêter ici cette discussio[illegible]n. *Adhésion.*)

— La séance est levée à 6 heures 1/2.

Séance du 23 septembre 1887 (matin)

PRÉSIDENCE DE M. BELPAIRE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BANDERALI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. SOLACROUP

M. Banderali donne lecture du rapport qu'il a rédigé sur la question des primes.

— Ce rapport ne donne lieu à aucune observation. Il sera lu en séance plénière.

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE

Séance du 23 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. LE COMM. BRIOSCHI

M. le Président. Je prie M. Banderali, secrétaire principal de la 2e section, de donner lecture du rapport qu'il a rédigé sur la question des primes.

M. Banderali. L'exposé de cette intéressante question avait été confié à M. Solacroup, ingénieur en chef, adjoint à l'ingénieur en chef du matériel et de la traction du chemin de fer d'Orléans.

Je ne puis mieux faire, pour entrer en matière, que de reproduire presque textuellement la première phrase de cet exposé, très complet et nourri de détails, qui précise en quelques mots la nature et les origines de la question :

« Il y a plus de trente années que les Administrations de chemins de fer ont « commencé à appliquer le système des primes dans leurs services de matériel « et de traction, en intéressant leurs agents dans les économies de matières de « consommation qu'ils peuvent réaliser, dans la régularité du service, dans le « bon entretien du matériel moteur, dans le parcours des locomotives qu'ils « conduisent. Mais l'extension de ce système présente les proportions les plus « diverses d'un pays à l'autre, depuis l'Angleterre, où les principales Compagnies « paraissent le proscrire d'une manière à peu près absolue, jusqu'aux États-Unis « d'Amérique, où le salaire des mécaniciens, de nature essentiellement proportion- « nelle au travail exécuté, peut être considéré comme consistant presque exclusi- « vement en une prime de parcours. »

Ainsi, les trois grandes divisions, dans lesquelles viennent se ranger les errements des Compagnies, en ce qui concerne la rétribution du personnel conducteur des machines, sont :

1° Un salaire fixe;

2° Une rémunération variable et proportionnelle au travail, c'est-à-dire au parcours effectué, ou quelquefois au tonnage remorqué;

3° Une rémunération mixte, composée d'appointements fixes et de primes variables.

Sans discuter à fond les mérites de ces trois systèmes, ce qui l'aurait entraînée vers des considérations qui sortent des limites restreintes de la question posée, la section a constaté que le système préféré sur le continent — avec raison, pensent beaucoup d'ingénieurs — est celui de la rémunération mixte, assurant au personnel une existence à l'abri de tout aléa, et, en même temps, constituant un stimulant suffisant pour que le personnel ait un intérêt identique, sinon égal, à celui des Compagnies dans l'excellente marche du service. Une opinion s'est affirmée, à savoir que les primes doivent être individuelles, être la rémunération réelle d'un travail personnel, et être combinées et pour ainsi dire balancées dans leur ensemble, de telle sorte que le désir d'augmenter une prime trouve toujours son correctif dans la crainte d'en perdre une autre.

Ceci dit, et sans insister davantage sur ce point, l'énumération des diverses natures de primes adoptées est assez nombreuse, et chaque Administration paraît satisfaite des procédés plus ou moins compliqués qu'elle emploie pour faire le calcul de ces primes. Car il est incontestable que le système anglais, qui paye le personnel à la journée et le système américain, qui le paye au mille parcouru — rarement à la tonne remorquée — ont, sur le système mixte, l'avantage d'une grande simplicité · reste à savoir si les Compagnies qui appliquent le système mixte, au prix de certains frais, sont payées de leurs peines. C'est l'opinion générale de ceux qui l'emploient et qui ont, d'ailleurs, pour l'employer, des raisons particulières, tenant à plusieurs circonstances diverses, parmi lesquelles le prix du combustible n'est pas sans jouer un rôle des plus importants.

Les primes portent principalement sur :

XIIe QUESTION

FREINS

Quelles conclusions peut-on tirer, au double point de vue économique et technique, des derniers résultats obtenus par l'emploi des freins continus, automatiques ou non (trains de voyageurs et trains de marchandises)?

XIIe QUESTION

TABLE DES MATIÈRES

EXPOSÉ

PAR A. HUBERTI

INGÉNIEUR, PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE BRUXELLES

Dans l'exposé de la question des freins continus que nous soumettions en 1885 au Congrès de Bruxelles, nous discutions, abstraction faite de tout système particulier, les conditions nécessaires à la réalisation de la somme d'avantages la plus grande possible : sécurité, énergie et rapidité d'action, dépense de premier établissement, frais d'entretien, etc. Dans la discussion en section, nous cherchions à faire prévaloir cette idée qu'il était facile, en présence de l'expérience déjà acquise, de formuler une série de désidérata portant seulement sur les résultats à atteindre et

réservant expressément les moyens employés pour les obtenir. Il nous semblait qu'en procédant ainsi, on ne préjugeait rien quant à la valeur relative des systèmes et qu'on laissait le champ absolument libre à toutes les recherches et à toutes les initiatives.

Le Congrès en a jugé autrement.

La majorité des ingénieurs réunis à Bruxelles a été d'avis que les conditions à exiger d'un frein avaient un caractère trop relatif pour faire l'objet d'un vœu formel et que formuler un programme qui ne pourrait avoir qu'une portée particulière serait aller à l'encontre du progrès et créer d'inextricables difficultés à certaines Compagnies.

La deuxième section du Congrès s'arrêta donc à un vœu très général, dont nous rappelons le texte ci-après :

« La deuxième section, considérant que les freins continus ont rendu, dans ces « derniers temps, des services incontestés à l'exploitation du chemin de fer, est « d'avis d'en recommander l'application dans la plus large mesure, dans tous les « cas où elle est compatible avec les conditions d'exploitation des diverses Com- « pagnies. »

Pour rester dans l'esprit de la décision qui précède, nous n'avons donc qu'à résumer l'état actuel de la question.

Bien que la plupart des Compagnies françaises et plusieurs chemins de fer anglais nous aient fait parvenir des documents importants, notre travail sera for-

1° Trains de voyageurs.

Les freins à air comprimé et à vide sont les seuls appliqués sur une grande échelle. Les freins électriques ne sont pas encore sortis de la période expérimentale, bien qu'il n'y ait aucun doute que l'électricité ne soit appelée à jouer un rôle important dans le freinage des trains. Quant aux freins à transmission mécanique, à part le *Heberlein*, employé sur plusieurs lignes allemandes, et le frein à chaîne de *Clarke*, appliqué encore sur quelques lignes anglaises, ils tendent à disparaître complètement.

En France, les Compagnies du Paris-Lyon-Méditerranée, de l'Est et de l'Ouest ont adopté, d'une manière générale, le frein automatique à air comprimé de Westinghouse. Le Midi et l'Orléans l'ont appliqué également à une partie importante de leur matériel et, pour une autre partie, se sont arrêtés au frein automatique de Wenger, adopté par les chemins de fer de l'État.

La Compagnie du Nord a appareillé tout son matériel à voyageurs avec le frein à vide de Smith-Hardy, monté aussi à quelques trains de l'Est pour les relations communes avec cette Compagnie. Ce frein n'étant pas automatique, le Nord est la seule des Compagnies françaises qui ait cru devoir, dans la pratique, repousser l'application du principe de l'automaticité.

Nous résumons dans le tableau ci-après, dressé d'après les documents qui nous ont été fournis récemment par les Compagnies intéressées, le nombre de locomotives et de véhicules appareillés dès aujourd'hui ou qui le seront sous peu.

DÉSIGNATION DE LA COMPAGNIE.	SYSTÈMES DE FREINS.	SITUATION.			
		1er avril 1887.		1er avril 1888.	
		Locomot.	Véhicules.	Locomot.	Véhicules.
État français. .	Wenger automatique	272	2,702	»	»
Est.	Westinghouse automatique . . .	359	2,173	558	3,432
Ouest	Westinghouse automatique . . .	560	3,880	»	»
Paris-Lyon-Méditerranée. . .	Westinghouse automatique (type modérable à deux conduites du Paris-Lyon-Méditerranée)	495	5,113	710	7,302
Midi	Westinghouse automatique . . .	59	810	59	810
	Wenger automatique	»	»	235	1,290
Orléans . . .	Westinghouse automatique . . .	288	820	»	»
	Wenger automatique	228	1,432	»	»
Nord	Smith-Hardy non automatique .	784	3,873	»	»

En Belgique, le chemin de fer de l'État a complété l'appareillage de t matériel et possède actuellement : 582 locomotives, 37 voitures à va 3,973 véhicules munis du frein Westinghouse automatique, plus 398 vé divers pourvus du tuyau de continuité.

Le Grand Central Belge a monté le frein à vide automatique avec sou boule à 7 locomotives et à 45 véhicules.

En Italie, la Société des Chemins de fer méridionaux a appliqué le frein Hardy à 90 locomotives et à 470 véhicules. La Société des Chemins de fe Méditerranée a adopté : le frein automatique de Westinghouse pour 118 locor et 406 véhicules des trains directs et des trains des lignes affluentes c matériel doit être attelé à celui de la grande ligne; le frein modéra Paris-Lyon-Méditerranée pour les lignes à forte rampe et le service co avec cette Compagnie (31 locomotives et 41 véhicules); le frein Smith pour les relations avec le Gothard, le réseau de l'Adriatique et les trains (47 locomotives et 409 véhicules).

En Angleterre, la variété est plus grande, mais, à part le frein à cha Clarke, encore appliqué à 1,505 véhicules du London and North Wester way, les freins à air comprimé et raréfié sont les plus employés. Les *Ra Returns* publiés par le *Board of Trade*, d'après les données qui lui sont fo par les Compagnies, donnent sur ce sujet des renseignements statistiques ex ment complets, qui sont entre les mains de tous les ingénieurs et qu'il sera intérêt de reproduire ici [1].

On sait que le 30 août 1877, le *Board of Trade* transmis aux Com

d) Les freins doivent être utilisés en service courant;

e) Les matériaux employés doivent avoir un caractère durable, de manière à être aisément maintenus en bon ordre.

Les véhicules munis de freins satisfaisant à ce programme représentent 52 p. c. du matériel qui circule sur les lignes anglaises; ils se répartissaient comme suit au 30 juin 1886 :

ESPÈCES DE FREINS.	LOCOMOTIVES.	VÉHICULES.
Frottement automatique	2	8
Clarke et Webb (North London)	87	575
Vide automatique (systèmes divers)	2,185	11,714
Westinghouse automatique	1,706	14,519
	3,980	26,853
	52 p. c.	52 p. c.

Les freins qui ne satisfont pas aux conditions du *Board of Trade* sont appliqués à environ 30 p. c. du matériel total, savoir :

ESPÈCES DE FREINS.	LOCOMOTIVES.	VÉHICULES.
Frein à chaîne	»	2,102
Fay	»	1,097
Newall	»	313
Fay et Newall	»	199
Vide Smith	1,250	7,773
W. Parke.-Smith automatique	»	3
Vide	657	4,548
Westinghouse direct	54	350
	2,651	16,385
	35 p. c.	31 p. c.

Il ressort de ces tableaux que 89 p. c. des locomotives et 83 p. c. des véhicules du Royaume-Uni sont munis de freins continus. Huit années plus-tôt, c'est-à-dire au 30 juin 1878, ces deux chiffres n'étaient que 13 p. c. et 19 p. c.

Le *Midland*, le *Great Western*, le *London and North Western* appliquent le vide automatique avec frein à vapeur sur la locomotive. Cette application est faite à 720, à 845 et à 835 machines.

Pour l'Allemagne, nous n'avons pas de renseignements précis, mais on sait que les freins à air comprimé de Carpenter et divers freins à vide y sont de plus en plus employés.

Pour les États-Unis, nous ne possédons pas non plus de données statistiques complètes. Disons seulement que le frein Westinghouse, employé par 265 chemins de fer, est appliqué à 10,249 locomotives et à 54,920 véhicules (31 décembre 1886).

Il résulte des observations précédentes que la question de la continuité est bien réellement vidée et que partout ce principe salutaire s'est imposé aux Compagnies, au grand bénéfice de la sécurité de la circulation.

Et pourtant, ces résultats importants n'ont pas été obtenus sans une dépense très élevée; mais partout, celle-ci a été considérée, avec raison, comme largement compensée par l'amélioration de l'exploitation.

Citons, comme exemples, le *Nord français*, qui n'a pas dépensé moins de 6,380,000 francs à l'appareillage de son matériel; le *Paris-Lyon-Méditerranée*, qui a déjà engagé 6,500,000 francs et qui, dans moins d'un an, aura affecté plus de 9 millions de francs à l'appropriation de son matériel à voyageurs.

L'*Orléans* a dépensé dans le même but 3,542,000 fr.; le *Midi*, 791,000 fr.

enquête sérieuse, que des accidents ont été évités ou leurs conséquences notablement atténuées.

Toutes les Compagnies se déclarent d'ailleurs satisfaites du système de frein qu'elles ont adopté. Les manquements graves sont extrêmement rares, et l'on n'a généralement à signaler que des incidents d'exploitation dont les conséquences les plus ordinaires sont des retards de quelques minutes dans la marche des trains.

Parmi ces incidents, l'un des plus fréquents est la rupture des boyaux d'accouplement en caoutchouc des freins à air comprimé, et bien qu'il ne présente aucune gravité en lui-même, il constitue une gêne dont la plupart des Compagnies ont cherché à s'affranchir en étudiant l'application des accouplements métalliques. Malheureusement, les tentatives faites dans cet ordre d'idées n'ont pas donné jusqu'à présent des résultats complètement satisfaisants.

A ce propos, il n'est pas sans intérêt de citer les conclusions formulées par la Compagnie de l'Est français, après des essais commencés en mai 1885 sur divers systèmes d'accouplement métallique étudiés par elle ou présentés par différents constructeurs. Ces conclusions sont reproduites dans un intéressant travail envoyé à la Commission du Congrès par cette Compagnie (1).

« Ces appareils — dit la note à laquelle nous nous référons — n'ont « donné jusqu'ici que des résultats très peu satisfaisants. Ces essais sont de « nature à nous faire craindre l'impossibilité de réaliser un accouplement métal- « lique étanche, simple et d'un entretien facile. Nous avons dû rechercher un « autre moyen d'éviter les ruptures de boyaux ou d'en diminuer le nombre d'une « manière très sensible, et nous espérons l'avoir trouvé dans la réforme d'office « de ces boyaux au bout d'un certain temps de service.

« Ayant observé, avec la plus grande exactitude possible, la loi suivant « laquelle varie le nombre de ruptures de boyaux à mesure que leur durée « moyenne s'accroît, nous avons constaté que plus de 90 p. c. des boyaux rompus « pendant une période déterminée avaient dépassé l'âge moyen de dix-huit mois.

« Nous avons donc résolu de réformer d'office tout boyau ayant atteint cette « durée, espérant ainsi réduire au minimum le nombre des arrêts intempestifs, « qu'il nous paraît toutefois impossible d'éviter d'une façon absolue, quel que « soit le système employé pour constituer l'accouplement entre deux véhicules.

« La réforme d'office des boyaux au bout de dix-huit mois a commencé à être « mise en vigueur en août 1886; elle a produit les meilleurs résultats, ainsi que

(1) Voir la 2e note par l'Administration des chemins de fer de l'Est français.

« le montre la décroissance du nombre des ruptures pendant les derniers mois « de l'année 1886 et les premiers de l'année 1887. »

	GRANDES LIGNES.	LIGNE DE VINCENNES.	TOTAL.
Juillet 1886	58	27	85
Août 1886.	52	10	62
Septembre 1886	17	4	21
Octobre 1886.	13	2	15
Novembre 1886	7	0	7
Décembre 1886	8	0	8
Janvier 1887	3	1	4
Février 1887	4	1	5

La Compagnie fait observer que la dépense qu'entraîne la mesure nouvelle n'est pas très élevée, puisqu'on ne sacrifie, en somme, que les quelques mois de la fin d'existence des boyaux. On n'a pas encore trouvé un accouplement métallique dont les frais d'intérêt, d'amortissement et d'entretien par véhicule ne dépassent pas la dépense de remplacement régulier des boyaux âgés de dix-huit mois.

A ces raisons, nous ajouterons la longueur beaucoup plus grande des trains de marchandises, qui exige un frein à action extrêmement rapide.

Aussi, sur le continent européen et en Angleterre, le problème est-il à peine posé, et aucune application sérieuse n'a été faite encore. Mais en Amérique, plus de 50,000 wagons munis de freins continus circulent sur différentes lignes, et des essais considérables, qui ont attiré l'attention de tous les ingénieurs, témoignent de l'importance qu'attachent les exploitants américains à une solution complète de la question.

Le tableau suivant indique le nombre de véhicules des diverses Compagnies munis de moyens d'arrêt de l'espèce :

Freins automatiques.

Chicago, Rock Island and Pacific Railroad	50
Boston and Providence R. R.	20
Mobile and Ohio R. R.	100
Southern Pacific R. R.	821
Galveston Houston and San Antonio R. R.	2,000
Northern Pacific R. R.	2,470
New-York, Ontario and Western R. R.	2,626
Atlantic and Pacific R. R.	50
Oregon and California R. R.	30
California Southern R. R.	47
Chicago and North Western, R. R.	176
Chicago, Milwaukee and Saint-Paul R. R.	50
Santiago and Talca R. R.	501
Central Pacific R. R.	10,600
Union Pacific R. R.	10,683
Chicago, Burlington and Quincy R. R.	815
Pensylvania R. R.	502
Government railways of Chili	520
Armour refrigerator Co	254
New-York, Lake Erie and Western R. R.	480
Atchison Topeka and Santa Fe R. R.	11,144
Colorado Midland R. R.	102
	44,041

Freins non automatiques.

Rio Grande Extension C°	3,150
Mexican national R. W.	996
Denver and Rio Grande R. W.	2,466
	6,612
Total général.	50,653

Les essais dont nous avons parlé plus haut ont été commencés en juin 1886 et repris en mai 1887, dans les environs de Burlington, par la Compagnie du chemin de fer de Chicago, Burlington and Quincy, sous les auspices de la *Master Car Builders Association*. Ils constituent la première tentative faite en grand pour résoudre le problème important du freinage des trains de marchandises, et à ce titre présentent le plus vif intérêt : ils marquent, en effet, l'état actuel de la question et peuvent être assimilés aux expériences célèbres conduites il y a quelques années en Angleterre par le capitaine Douglas Galton. Il ne sera donc pas sans intérêt de les résumer ici, d'après les relations très complètes publiées dans la *Railroad Gazette* de New-York.

Dans la première série (juin 1886), les compétiteurs étaient au nombre de cinq, savoir :

Le frein automatique à air comprimé de Westinghouse;
Le frein à vide automatique de Eames;
Le frein Rote;
Le frein Widdifield and Button;

Les trois autres systèmes, *Rote*, *American* et *Widdifield*, étaient du type automoteur. Les deux premiers agissaient directement par la compression des tampons. Le Widdifield prenait son mouvement sur l'essieu par l'intermédiaire d'une poulie de friction calée sur un arbre parallèle à l'essieu. Sur cet arbre s'enroulait une chaîne actionnant la timonerie du frein.

Chacune des Compagnies concurrentes présentait un train de 50 wagons de 20 tonnes, dont la tare variait de 10 à 13 tonnes.

Les essais portèrent sur des trains de 25 véhicules, sur des trains de 50 véhicules et sur des trains de 50 véhicules dont les 30 premiers seulement étaient freinés.

Dans chaque série, on fit des arrêts de danger (*emergency stops*) et des arrêts normaux ou de service courant, dans lesquels on cherchait à éviter la brutalité des réactions constatées dans les premiers.

Les trains étaient composés comme suit :

La locomotive, le tender, le wagon dynamomètre et les wagons vides ou chargés. Au milieu du train se trouvait un wagon dont un seul truck était freiné : le levier du frein de l'autre truck actionnait un appareil enregistrant les diagrammes dont nous parlerons plus loin. En queue du train était disposé un enregistreur semblable et un appareil spécial, l'*impactomètre*, destiné à mesurer les chocs produits pendant les arrêts.

L'impactomètre, inventé pour les besoins des essais, se compose d'une coulisse en pin d'Amérique rabotée, mais non polie. Dans cette règle creuse de 14 pieds de longueur, vissée au plancher du dernier wagon, glisse un poids en fer cylindrique de 7 kilogrammes environ. La coulisse est graduée en pouces et le poids placé en son milieu mesure, par son déplacement, l'intensité du choc. L'appareil est assez grossier pour n'être pas influencé par les chocs légers et l'expérience montre que les trains de 50 véhicules marchant à la vitesse de 20 et de 40 milles à l'heure peuvent être arrêtés sur un parcours de 500 pieds et de 1,400 pieds sans que le poids se déplace de plus d'une fraction de pouce et sans qu'il se produise de choc susceptible de gêner une « dame malade ».

L'intensité des chocs mesurée à l'impactomètre peut être chiffrée comme suit :

	Pouces.
Arrêts parfaits (50 véhicules), en sacrifiant un tiers de la rapidité de l'arrêt	0 à 1
Bons arrêts sans chocs préjudiciables au matériel	4 à 6
Arrêts désagréables, bien que sans danger pour le matériel . . .	8 à 10
Arrêts violents, préjudiciables au matériel	12 à 16

...e n'ayant pas été heureuse et ne pouvant ... l'on procéderait à des essais nor-

...e même qu'avec le frein Widdifield, ... plus il se produisait de chocs résultant ...ts; ces chocs étaient si violents et si ... accidents de toute nature.

... faire aussi doucement (*gently*) que possible ... xigea 2,919 pieds, là où l'Eames n'en avait ...tinghouse 1,116, le résultat fut, dans le wagon ... — une reprise, — un choc violent, — une reprise, — ...e reprise violente, — un choc violent, — une reprise, — ...bit; puis les freins lâchèrent et le train alla s'arrêter à ... Dans un autre essai, le véhicule d'arrière subit un choc de ...e reprise de 20 1/4 pouces, et le train se scinda en quatre par- ...ière expérience clôtura la série des essais de freins automoteurs ...0 véhicules. Les freins Westinghouse et Eames, par contre, fournirent ...très satisfaisants, ainsi qu'on peut le voir par le relevé ci-après :

Frein Westinghouse.

	Vitesse (milles).	IMPACTOMÈTRE. 1re course (pouces).	2e course (pouces).	3e course (pouces).
1er arrêt	20	5 5/16	2 1/2	3 5/8
2e —	40	2 1/4	0 1/16	0 1/32
3e —	20	0 3/8	0 1/32	1 1/2
4e —	40	0 15/16	0 5/8	0 1/2

Frein Eames.

1er arrêt	20	1 2/16	0 1/16	0
2e —	40	0 1/16, 13 1/8, 0 5/16	—	7 1/2
3e —	20	7 11/16, 0 3/16	0 1/32, 8 1/2, 4 7/8	9 5/8
4e —	40	0 3/32	3 1/2	0 3/4

La descente des longues pentes se fit dans des conditions satisfaisantes avec les freins à air, mais dans cette application le frein américain échoua encore et

Avec les trains de 25 véhicules, tous les systèmes se comportèrent bien et les résultats obtenus furent comparables au point de vue de la rapidité et de la douceur des arrêts.

Si la Commission s'en fût tenue là, un des éléments les plus importants du problème eût échappé à son attention. Mais, fort heureusement, M. G. Rhodes, président du Comité, avait vivement insisté et obtenu, malgré quelque opposition, que des essais portassent également sur des trains de 50 véhicules.

Or, avec ceux-ci, les résultats furent tout à fait inattendus ; dès les premières expériences, il fut constaté que les freins automoteurs donnaient lieu, surtout à l'arrière, à des réactions violentes, dues à ce qu'ils se serraient et se lâchaient alternativement d'un bout à l'autre du train. Ce phénomène s'explique aisément : le serrage du frein de la locomotive produisant une compression de tous les attelages, les freins des wagons se serrent, et il en résulte un ralentissement qui provoque le desserrage d'une partie des freins; les wagons non freinés se précipitent alors sur ceux qui les précèdent en amenant un nouveau serrage, et la même série de phénomènes se reproduit en donnant lieu à une succession de chocs violents.

Les freins automoteurs furent donc exclus des essais dès le début et leur insuffisance si bien reconnue que les constructeurs eux-mêmes demandèrent une expérience spéciale avec des trains de 50 véhicules dont les 30 premiers seuls seraient freinés.

Les freins à air restés seuls en présence et bien qu'ils se fussent beaucoup mieux comportés que les précédents, donnèrent des résultats très médiocrement satisfaisants. Les freins d'Eames et de Westinghouse, dans une première série d'arrêts à outrance (*emergency stops*), produisirent des chocs extrêmement énergiques et même des avaries notables au matériel. Un témoin cite le cas d'une secousse tellement forte qu'un lourd coffre à outils se déplaça de près de 4 mètres sur le plancher du wagon où il se trouvait. Pendant les huit à dix premières secondes de l'application du frein, on ne ressentait aucun effet, puis subitement survenait un choc unique, à partir duquel le mouvement d'arrêt se continuait uniforme et régulier.

Quelle que fût la supériorité des freins à air sur les freins automoteurs, l'expérience prouvait donc qu'aucun système ne résolvait complètement le problème pour les trains très longs. D'un autre côté, les difficultés que l'on redoutait — lenteur d'application ou de décalage des freins, action irrégulière des blocs à l'avant et à l'arrière — furent reconnues insignifiantes.

Cette première série d'essais à outrance n'ayant pas été heureuse et ne pouvant être renouvelée sans danger, il fut convenu que l'on procéderait à des essais normaux (*easy stops*).

Le frein américain rentra en lice; mais de même qu'avec le frein Widdifield, plus on s'efforçait de rendre l'arrêt doux, plus il se produisait de chocs résultant de serrages et de desserrages successifs; ces chocs étaient si violents et si inattendus, qu'ils donnaient lieu à des accidents de toute nature.

Dans l'un des arrêts, qui devait se faire aussi doucement (*gently*) que possible et qui fut très lent, puisqu'il exigea 2,919 pieds, là où l'Eames n'en avait demandé que 1,901 et le Westinghouse 1,116, le résultat fut, dans le wagon d'arrière : un choc violent, — une reprise, — un choc violent, — une reprise, — un choc moins fort, — une reprise violente, — un choc violent, — une reprise, — un choc et un arrêt subit; puis les freins lâchèrent et le train alla s'arrêter à 40 pieds plus loin. Dans un autre essai, le véhicule d'arrière subit un choc de 16 1/4 pouces, une reprise de 20 1/4 pouces, et le train se scinda en quatre parties. Cette dernière expérience clôtura la série des essais de freins automoteurs appliqués à 50 véhicules. Les freins Westinghouse et Eames, par contre, fournirent des arrêts très satisfaisants, ainsi qu'on peut le voir par le relevé ci-après :

Frein Westinghouse.

	Vitesse (milles).	IMPACTOMÈTRE. 1re *course* (pouces).	2e *course* (pouces).	3e *course* (pouces).
1er arrêt	20	5 5/16	2 1/2	3 5/8
2e —	40	2 1/4	0 1/16	0 1/32
3e —	20	0 3/8	0 1/32	1 1/2
4e —	40	0 15/16	0 5/8	0 1/2

Frein Eames.

1er arrêt	20	1 2/16	0 1/16	0
2e —	40	0 1/16, 13 1/8, 0 5/16	—	7 1/2
3e —	20	7 11/16, 0 3/16	0 1/32, 8 1/2, 4 7/8	9 5/8
4e —	40	0 3/32	3 1/2	0 3/4

La descente des longues pentes se fit dans des conditions satisfaisantes avec les freins à air, mais dans cette application le frein américain échoua encore et

produisit un scindage de train en trois parties et de nombreuses avaries aux véhicules.

Il n'est guère possible encore de tirer des conclusions complètes des essais de Burlington, mais il est certains faits qui paraissent dès aujourd'hui clairement établis.

Le plus important est l'extrême difficulté d'application des freins continus aux trains de 50 véhicules, lorsque les attelages ne sont pas tendus (*slack*). A première vue, on serait tenté de supprimer le *slack*, ce qui, tout compte fait, faciliterait le problème; mais cette suppression ne serait pas sans inconvénient, car elle entrainerait vraisemblablement une réduction de 10 à 20 p. c. dans la charge remorquée. Aussi a-t-on été heureux de constater qu'il est possible de faire de bons arrêts avec les freins à air, même quand les attelages ne sont pas serrés, pour autant que l'appareil soit manœuvré par un agent exercé. Sans différence dans la longueur de l'arrêt et sur un train conduit par le même individu, la violence des chocs peut varier de 1 à 10 et même à 15. Ce simple exemple met en relief l'extrême importance d'une éducation extrêmement soignée du machiniste à ce point de vue.

Un second point bien établi aussi est que la difficulté d'appliquer et de lâcher les freins aux trains de 50 véhicules, que redoutaient tous les ingénieurs, n'existe pas quand tout est en bon ordre.

Un troisième point est l'insuffisance des freins automoteurs qui, agissant par la compression des buttoirs, ne peuvent être employés avec sécurité à tous les véhicules d'un train, lorsque les attelages ne sont pas tendus, surtout à raison de la grande variabilité de l'action des blocs sur les bandages. Il est probable que les chocs violents à l'arrière seraient atténués si un certain nombre de véhicules n'étaient pas freinés. L'action défectueuse des freins automoteurs résulte de ce qu'ils tendent à se lâcher dès qu'ils se sont serrés, par suite de la destruction de la pression sur les buttoirs. Ce qui le prouve, c'est que les chocs les plus violents se produisent non à grande vitesse, mais au moment de l'arrêt ou lorsqu'on descend lentement une pente.

Le Comité chargé de diriger les essais a pensé, avec raison, que pour comparer l'effet des différents freins, il fallait des diagrammes indiquant seulement l'action immédiate des blocs. La longueur de l'arrêt constitue une base peu précise, parce qu'elle se complique de circonstances indépendantes de la valeur

propre du système : état des rails et des bandages, profil et nature des blocs, détails de mécanisme, etc., etc.

L'examen d'un diagramme montre, non si l'arrêt a été rapide, mais si le frein a bien fonctionné au point de vue de son action (*potentially*).

Un diagramme parfait doit avoir la forme ci-dessous :

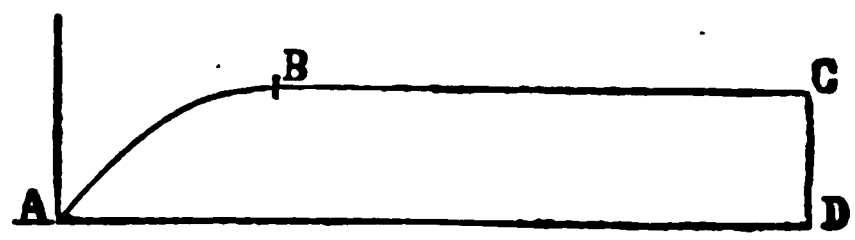


Fig. 1.

la pression commençant à agir en A, au moment précis de la manœuvre, pour arriver le plus vite possible à son maximum en B, puis rester constante jusqu'à l'arrêt complet en C, pour disparaître instantanément quand on lâche les freins en D. Quelle que soit la valeur de la pression DC, un frein agissant comme il est indiqué ci-dessus serait parfait, car il serait toujours facile d'augmenter ou de diminuer la pression en faisant varier le rapport des bras de levier.

Ne pouvant reproduire, dans ce travail, les nombreux diagrammes obtenus au cours des essais, nous nous bornerons à quelques remarques générales en ce qui les concerne (1).

Les deux freins à air donnent des diagrammes qui se rapprochent plus ou moins de la forme ci-dessus, sauf en deux points malheureusement très importants.

Le temps qui s'écoule entre le moment où le frein est appliqué et celui où il commence à agir est notablement trop long, et plus long encore est le temps nécessaire pour arriver à l'effort maximum. La gradation dans l'effort, bonne pour éviter les chocs, constitue une perte sèche d'efficacité quand elle est poussée à ce point.

Les diagrammes montrent que les freins de la moitié des véhicules d'arrière, dans les trains de 50 wagons, utiles en cas de rupture d'attelage, n'ajoutent que peu à la puissance du freinage.

Les diagrammes du frein américain ont été particulièrement instructifs. Ils montrent :

1° La soudaineté extraordinaire avec laquelle les blocs sont appliqués sur les roues (la partie AB du diagramme est presque verticale);

(1) On consultera utilement la *Railroad Gazette* et notamment le numéro du 10 septembre 1886, qui contient un choix de diagrammes caractéristiques de chaque système.

2° La variation excessive de pression d'un essai à l'autre;

3° L'énorme excès de pression qui se produit au moment de la compression les attelages;

4° Les alternatives de pression intense et de pression nulle produites pendant le cours d'un même arrêt par suite des serrages et des desserrages successifs du frein.

Remarquons que ces conclusions résultent de l'examen de ce qui a été obtenu de mieux avec les systèmes automoteurs. Les trains de 50 véhicules ont donc été écartés et on n'a comparé que les trains de 25 wagons ou ceux de 50 wagons avec 30 freins qui, *en apparence*, donnaient des résultats aussi avantageux que le Westinghouse et l'Eames. (Consulter particulièrement le diagramme reproduit dans le numéro du 27 août de la *Railroad Gazette*, montrant l'action du frein américain sur un train de 48 wagons à la descente d'une longue pente.)

Une deuxième série d'essais a eu lieu à Burlington en mai 1887, et à l'heure où nous écrivons ces lignes, nous n'en connaissons pas les résultats détaillés. Mais le fait général et caractéristique qui s'en dégage est la suppression presque complète des chocs par l'emploi des procédés électriques.

Il est désormais clairement établi que ces chocs ne proviennent que du manque de simultanéité d'action du frein sur tous les véhicules, et qu'on les fait

M. Carpenter, au contraire, a produit un système nouveau fort différent de celui qui est employé en Allemagne sous son nom : l'électricité y joue un rôle plus direct que dans le frein Westinghouse; elle actionne les valves de serrage et de desserrage.

La première de ces valves peut fonctionner soit à la manière ordinaire, par l'air comprimé, soit à l'aide de l'électricité; mais la seconde ne peut être manœuvrée que par l'électricité, ce qui rend le desserrage impossible si les appareils électriques sont dérangés.

C'est là un inconvénient, mais dans l'opinion de l'inventeur, il est compensé par nombreux avantages : le frein peut être relâché instantanément, que les tuyaux soient vides d'air ou remplis de ce fluide; après arrêt, on peut repartir immédiatement sans rendre la pression, enfin, à la descente des pentes, il est possible de recharger les réservoirs sans desserrer.

Dans le frein *Eames*, le distributeur est complété par un organe électrique qui n'est utilisé qu'en cas de besoin; en d'autres termes, le machiniste conserve la faculté de se servir du frein ordinaire, qui reste automatique pour les ruptures d'attelage tout en pouvant être actionné plus régulièrement par l'électricité.

Les concurrents étaient plus nombreux que l'année précédente, mais les seuls systèmes qui soient restés en présence sont les freins à air de Westinghouse, de Carpenter et d'Eames. Les freins Rote et Widdlifield ne sont pas entrés en lice. Les freins de Card, de Hanscom, de Park et le frein américain ont abandonné les essais.

Dès le début, tout le monde fut surpris des résultats obtenus par l'emploi de l'électricité et le problème put être considéré comme résolu, *toute réserve étant faite* sur les difficultés d'exploitation relatives à la formation de trains directs et à la décomposition des trains en route, ainsi que sur la possibilité de munir pratiquement d'organes électriques assez délicats tout le matériel à marchandises d'un réseau.

Les diagrammes reproduits dans la *Railroad Gazette* (numéro du 27 mai, n° 316) montrent dans quelles excellentes conditions tous les freins à air actionnés par l'électricité ont fonctionné.

Pour faire voir l'influence décisive de l'électricité sur la suppression des chocs, citons, à titre d'exemple, quelques résultats d'arrêts à outrance obtenus avec les freins de Westinghouse et d'Eames fonctionnant avec et sans électricité :

Numéro des essais.	Profil.	Vitesse en milles.	Distance en pieds.	Temps en secondes.	Mouvement du poids de l'impactomètre en pou
		Westinghouse (sans électricité).			
511	Niveau.	19 1/4	214	11	70 3/8
522	—	17 1/4	184	9 3/4	103
523	—	35 1/4	586	17	70 1/2
		Westinghouse (avec électricité).			
531	Niveau.	22	181	8	Léger choc.
532	—	36 1/2	453	14	—
533	53	20	170	8 1/4	Pas de choc.
534	53	40 1/2	614	16	—
		Eames (sans électricité).			
711	Niveau.	21 1/2	363	17 1/4	20
712	—	38	872	22 1/2	19 1/2
713	53	21	405	18 1/4	22
714	53	41	1,162	30 1/2	20 1/2

résultats des essais des trains de 50 voitures vides sont résumés dans le suivant. Les distances sont ramenées à l'une des vitesses uniformes ou de 40 milles :

Arrêts en pieds.

	FREIN ÉLECTRIQUE.		FREIN A AIR OU A VIDE.	
	20 Milles.	40 Milles.	20 Milles.	40 Milles.
ıter	124	507	»	»
ıghouse	155	598	239	732
. . . . .	291	690	342	1,036

chiffres et les résultats d'expériences que nous venons de citer ne sont pas ıment complets pour permettre de formuler un jugement définitif, mais ils ıt à toute évidence le parti que l'on peut tirer de l'électricité pour le frei- es longs trains. Si le problème n'est pas entièrement résolu, surtout pour ıes continentales, où il se complique de difficultés de diverse nature qui ne s du domaine des essais directs, il a fait un pas bien marqué et d'importants s d'appréciation sont sortis des expériences désormais célèbres de Bur-

1re NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE

La Compagnie de Paris à Lyon et à la Méditerranée emploie le frein continu automatique à air comprimé, système Westinghouse, modifié de manière à être en même temps modérable.

La construction et le fonctionnement de ce frein ont été décrits en détail dans diverses publications.

L'addition des organes du frein continu modérable complète de la façon la plus heureuse le frein automatique Westinghouse, tel que l'emploient un grand nombre de Compagnies de chemins de fer.

Elle augmente la sécurité, en laissant à la disposition du mécanicien un frein continu presque aussi prompt que l'automatique, si ce dernier vient à être avarié en cours de route.

Elle permet de diminuer, dans les cas d'avaries, les pertes de temps, en fournissant au mécanicien un moyen très rapide de vider à la fois, de sa machine, tous les réservoirs auxiliaires des véhicules du train, tandis que, avec l'automatique simple, il devient nécessaire d'agir successivement sur toutes les tringles de commande des valves de décharge des véhicules.

Enfin, et c'est surtout sur ce point qu'il faut insister, elle met dans la main du mécanicien un moyen sûr et commode de descendre les pentes les plus fortes à telles vitesses qu'il veut.

[illegible]

2e NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'EST FRANÇAIS

(PLANCHE XX)

Lors du dernier Congrès des chemins de fer réuni à Bruxelles en août 1885, une note de la Compagnie de l'Est français établissait l'historique de l'application du frein Westinghouse à son matériel jusqu'à cette date, et faisait ressortir les avantages résultant de l'emploi de ce système de frein continu.

Nous allons exposer sommairement quelle a été, depuis cette époque, l'extension donnée par la Compagnie de l'Est à l'application de ce frein et quels résultats l'utilisation journalière de ce système a fournis pendant les deux dernières années écoulées.

La Compagnie, après avoir satisfait aux circulaires ministérielles imposant l'application du frein aux trains express et poste, avait en outre, de sa propre initiative, aménagé, dès 1884, tout le matériel spécialisé à la ligne de banlieue de Paris à Vincennes et à Brie-Comte-Robert. A l'époque du Congrès de Bruxelles, elle avait également déjà entrepris le montage du frein sur tout son matériel de banlieue du grand réseau, se proposant de procéder ainsi progressivement pour l'application du frein à l'ensemble du matériel à voyageurs, en vue de répartir sur un certain nombre d'exercices les dépenses considérables nécessitées par cette application.

Une circulaire ministérielle en date du 29 mars 1886 vint accélérer cette opération en nous imposant l'application du frein continu dans un délai de *deux ans*, qui expire le 29 mars 1888, à tout le matériel à voyageurs et aux accessoires de grande vitesse, le frein continu devant être mis en usage dans le même délai à tous les trains de voyageurs proprement dits, jusques et y compris les trains omnibus.

Ensuite de cette circulaire, l'application du frein s'est poursuivie dans ces derniers temps avec une très grande activité.

La planche XX indique quels sont, à la date du 1er mars 1887, les lignes ou embranchements où circulent des trains munis du frein continu (on y a doublé d'un trait interrompu les lignes parcourues par certains trains de service commun avec le Nord et munis du frein Smith non automatique).

L'annexe I indique par semestre (col. 2 à 5) l'extension, au cours des deux dernières années, de l'application du frein au matériel de la Compagnie de l'Est (machines et voitures) et l'accroissement du nombre de trains munis de ce frein pendant les mêmes périodes. Pour le grand réseau, ce nombre, qui était de 26 lors du Congrès de Bruxelles, a atteint 101 à la fin du deuxième semestre 1886, dont 54 pour la banlieue du grand réseau et la grande ceinture.

Ce même tableau fait connaître également, par semestre et dans leur ensemble, les résultats obtenus par l'emploi du frein Westinghouse sur les trains munis de ce système, depuis le 1er janvier 1885 jusqu'au 31 décembre 1886.

Dans les colonnes 8 à 13, les incidents sont classés suivant la gravité de leurs conséquences ; nous les avons classés d'après leurs effets et non d'après leurs causes : celles-ci sont toujours recherchées, mais elles sont souvent difficiles et parfois impossibles à déterminer avec certitude.

Pendant toute cette période de deux années, pas plus que dans la précédente, nous n'avons eu d'incidents causés ou aggravés par l'emploi du frein Westinghouse, alors que nous avons eu à constater, pour l'ensemble des lignes exploitées, seize circonstances dans lesquelles nous avons acquis, par une enquête approfondie, la certitude que l'emploi du frein a évité un accident ou en a atténué les conséquences. (Voir les annexes I et II.)

Les arrêts intempestifs, que notre expérience de plus de quatre années nous a permis de ranger au nombre des incidents sans gravité, ont été très nombreux pendant les deux dernières années (489 + 88 = 577 pour l'ensemble des lignes exploitées), sans toutefois que leur nombre, rapporté au parcours kilométrique des trains munis du frein, se soit notablement accru. Sur ce nombre, 49 + 1 = 50, seulement, sont attribuables à des causes de natures diverses (fuites à des organes métalliques, chutes de pression par inadvertance du mécanicien, manœuvres involontaires du robinet du mécanicien, etc.), c'est-à-dire que, malgré la grande extension de l'application du frein, ce nombre est inférieur au nombre correspondant des mêmes incidents pour les deux premières années, qui était de 56. Ce fait indique une amélioration très sensible dans la surveillance exercée et dans la pratique acquise par notre personnel pour l'emploi de ce système de frein.

La grande majorité des arrêts intempestifs (440 + 87 = 527), soit 91 p. c., sont attribuables aux ruptures de boyaux d'accouplement en caoutchouc.

Dans le but de faire disparaître cette sorte d'incidents qui, si elle a été jusqu'alors sans gravité au point de vue de la sécurité, n'en offre pas moins des inconvénients sous le rapport de la régularité du service, la Compagnie de l'Est a entrepris, en mai 1885, des essais sur divers systèmes d'accouplements métalliques : les uns étudiés par elle, les autres présentés par divers constructeurs. Mais ces appareils, quoique expérimentés avec d'autant plus de soin que l'on avait espéré trouver, dans leur emploi, un remède efficace contre les arrêts intempestifs, ne nous ont donné jusqu'ici que des résultats très peu satisfaisants. Ces essais sont de nature à nous faire craindre l'impossibilité de réaliser un accouplement métallique étanche, simple et d'un entretien facile.

Nous avons dû rechercher un autre moyen d'éviter les ruptures de boyaux ou d'en diminuer le nombre d'une manière très sensible, et nous espérons l'avoir trouvé dans la réforme d'office de ces boyaux au bout d'un certain temps de service.

	Grandes lignes.	Ligne de Vincennes.	Total.
Novembre 1886	7	0	7
Décembre 1886	8	0	8
Janvier 1887	3	1	4
Février 1887	4	1	5

En ce qui concerne la dépense, cette mesure n'entraîne pas un supplément bien considérable, puisqu'on ne sacrifie que les quelques mois de la fin d'existence des boyaux.

La solution n'est pas encore trouvée d'un accouplement métallique donnant de bons résultats au point de vue technique et dont les frais d'intérêt, d'amortissement et d'entretien ne dépassent pas, par véhicule, les frais de remplacement des boyaux en caoutchouc qui résultent de la règle que nous avons adoptée.

Quant aux refus de fonctionnement du frein, ils sont toujours assez peu nombreux (17 pour les deux dernières années et pour l'ensemble des lignes exploitées). (Voir annexe III.) La presque totalité de ces incidents est due à ce qu'un robinet d'accouplement est resté fermé ou à ce qu'un accouplement a été omis.

Le dernier tirage de notre *Instruction sur la manœuvre du frein Westinghouse* renferme à cet égard des prescriptions beaucoup plus rigoureuses que celles de la première instruction qui réglait, à l'origine, les attributions des agents du service actif chargés de concourir à la manœuvre et à la mise en état du frein Westinghouse.

Les triples valves n'ont causé que 17 incidents pour les deux dernières années pour l'ensemble des lignes exploitées. Ces incidents ont, pour la plupart, été causés non par des déréglages proprement dits, mais par l'accumulation, sous le piston, de boue, poussières, etc. Il est à remarquer que les triples valves ainsi encrassées sont presque exclusivement celles des fourgons de tête des trains. Ce genre d'incident n'a d'autre inconvénient que d'entraîner la suppression du frein sur ce seul véhicule jusqu'à son retour dans un poste où la triple valve est visitée et nettoyée.

Nous aurions désiré terminer cette note en indiquant aussi exactement que possible la dépense moyenne annuelle d'entretien du frein pour un véhicule et pour une machine; mais, bien que nous ayons déjà des freins en service depuis plus de quatre ans, en réalité, nous ne sommes pas encore sortis de la période de mise en train. Cette période devant prendre fin en mars 1888, ce n'est guère qu'après deux nouvelles années que l'exploitation de ce système de frein aura atteint son régime normal. Alors seulement, il nous sera possible d'évaluer avec exactitude la dépense moyenne annuelle nécessaire pour l'entretien du frein d'un véhicule et d'une machine.

Le plus grand progrès économique réalisé depuis l'application du frein a été la suppression progressive des visiteurs de route qui, jusqu'en mai 1885, accompagnaient les trains munis à la fois du frein Westinghouse et de l'intercommunication électrique; nous avons eu ainsi jusqu'à 22 trains accompagnés nécessitant 21 visiteurs de route.

La Compagnie de l'Est avait, dès le principe, accepté cette dépense pour créer sur tout son réseau l'unité de méthode pour la vérification et la mise en usage du frein et pour faire à ce sujet l'instruction du personnel sédentaire. Ces résultats obtenus, de nouveaux trains munis du frein ont été mis en service sans qu'il ait été jugé utile de les accompagner et même le service des visiteurs de route a été graduellement supprimé. Aujourd'hui, nous n'avons plus que huit trains munis du frein Westinghouse ou Smith ainsi accompagnés : ce sont les grands trains rapides du réseau pour lesquels le maintien des visiteurs a été décidé pour des raisons indépendantes du frein continu.

31 mars 1887.

Annexe I. — Résultats donnés par l'emploi du frein We

ANNÉE ET SEMESTRE.	Nombre de machines et de véhicules munis du frein Westinghouse au dernier jour de chaque semestre.		Nombre de véhicules munis de la conduite générale seulement.	Nombre de trains munis du frein Westinghouse.	Nombre de kilomètres parcourus par les trains munis du frein Westinghouse.
	Machines locomotives.	Véhicules à grande vitesse.			
1	2	3	4	5	6
A. *Grand réseau (grande ligne, grande ceinture et banlieue).*					
1er semestre 1885.	182	800	123	26	1,546,828
2e semestre 1885.	217	1,019	123	33	1,851,233
1er semestre 1886.	232	1,200	123	58	1,932,711
2e semestre 1886	287	1,393	130	101	2,150,995
Totaux. . .	»	»	»	»	7,481,767
B. *Ligne de Vincennes.*					
1er semestre 1885 . . .	27	278	»	148	234,457
2e semestre 1885.	26	279	»	148	369,800
1er semestre 1886.	27	279	»	148	364,500
2e semestre 1886	28	279	»	148	436,762
Totaux. . .	»	»	»	»	1,405,519

matique dans les trains de voyageurs (années 1885 et 1886).

NATURE DES INCIDENTS						Totaux des incidents.	Réduction aux 100,000 kilomètres.	*Accidents évités* ou atténués par l'emploi du frein Westinghouse.
Refus de fonctionnement en cas de besoin par suite *dérangement survenu sur la route* (que l'essai départ avait satisfaisant.	*Refus de fonctionnement* en cas de besoin par toutes *autres circonstances* défaut de vérification au départ, vice préexistant robinet laissé fermé, accouplement non fait).	ARRÊTS INTEMPESTIFS. *Rupture* de boyaux en caoutchouc, de rotules d'accouplement.	*Autres causes* fuites d'appareils, insuffisance de pression, avarie à la machine).	*Annulation* totale ou partielle des freins machines ou véhicules non munis, etc.).	Divers.			
8	9	10	11	12	13	14	15	16
»	»	86	13	57	12	168	10,860	3
		99						
»	2	155	15	52	55	279	15,071	3
		170						
»	»	105	18	85	56	258	13,349	1
		113						
1	»	94	13	78	27	218	10,134	4
		107						
1	11	440	49	272	150	923	12,336	11
		489						
2	»	2	»	17	1	22	9,383	3
		2						
»	»	24	»	24	17	65	17,577	»
		24						
»	»	42	»	20	40	120	32,921	»
		42						
»	2	19	1	12	1	35	8,013	»
		20						
2	2	87	1	82	68	242	17,217	5
		88						

Annexe II. — Accidents évités ou atténués par l'emploi du frein Westinghouse (années 1885 et 1886).

A. — Grand réseau.

Train (1-2) 31 *du* 31 *mars* 1885. — Lors de l'arrivée du train 31 à la bifurcation de la gare de Reims, le mécanicien ayant aperçu un homme qui traversait la voie et qui, malgré les coups de sifflet répétés, ne se dérangeait pas, fit aussitôt usage du frein Westinghouse dans toute son énergie et vint arrêter à 4 ou 5 mètres de cet individu.

Train H du 17 *avril* 1885. — Au passage du train au kil. 249, le mécanicien Bardot aperçut des signaux d'arrêt faits par un agent de la voie au moyen d'un drapeau rouge. Aussitôt, ce mécanicien actionna le frein Westinghouse dans toute son énergie et ayant, en même temps, battu contre-vapeur, vint arrêter à 20 mètres environ d'un point de la voie où un rail était déplacé.

Train (2) 31 *du* 29 *mai* 1885. — Arrêt immédiat obtenu au moyen du frein Westinghouse actionné par le mécanicien à 100 mètres de la gare de Mohon. Cet agent avait aperçu sur la voie un fil télégraphique qui pouvait s'engager sous le train et occasionner de graves avaries.

Train 30 *du* 13 *juillet* 1885. — Le mécanicien ayant aperçu un poseur qui travaillait sur la voie descendante, près du disque 18 de La Villette, sans remarquer l'arrivée du train, a pu arrêter à peu de distance de cet ouvrier, par la mise en action immédiate du frein Westinghouse.

Train (40) 34 *du* 22 *septembre* 1885. — A 100 mètres environ du passage à niveau de Nogent-sur-Seine, le mécanicien aperçut le garde-barrière qui faisait le signal d'arrêt immédiat parce qu'une voiture chargée de bois était engagée sur ce passage. Aussitôt le mécanicien fit emploi de son frein dans toute son action et vint arrêter à 50 mètres environ de l'obstacle.

Train H du 22 *décembre* 1885. — A 300 mètres environ de Bar-le-Duc, le mécanicien, ayant aperçu un obstacle sur la voie, fit immédiatement agir son frein dans toute son énergie et parvint

Train (7) 32 *du* 8 *octobre* 1886. — Au kil. 263, entre Douzy et Bazeilles, un cheval qui était en pâture a franchi la clôture du chemin de fer à environ 60 mètres en avant du train et est venu se placer sur la voie. Le mécanicien a de suite mis son frein en action et, grâce à l'énergie de ce frein, le train a pu s'arrêter à quelques mètres de l'animal, que le mécanicien, descendu de sa machine, a pu chasser de la voie.

Train (9) 43 *du* 12 *décembre* 1886. — Quoique le train 9 (43) ne soit pas armé du frein Westinghouse, il est remorqué par une machine armée des engins de ce frein. Le 12 décembre 1886, le mécanicien de ce train aperçut au kil. 204, situé entre Sept-Saulx et Thinsy, les deux voies obstruées par un arbre et trois poteaux télégraphiques qui venaient d'être renversés par un ouragan. Aussitôt ce mécanicien, sur sa seule initiative, actionna le frein de sa machine et, grâce à l'énergie de ce frein, le train vint s'arrêter à quelques mètres des obstacles.

B. — Ligne de Vincennes.

Train 31 *du* 1er *mars* 1885. — A l'arrivée en gare de Saint-Mandé, arrêt instantané obtenu au moyen du frein Westinghouse par le mécanicien, qui avait aperçu la queue du train de marchandises n° 207 à très peu de distance de son train. Malgré toute l'énergie du frein Westinghouse et l'arrêt presque immédiat du train, la machine de ce train est venue légèrement tamponner la queue du train 207.

Train 111 *du* 16 *mars* 1885. — Arrêt immédiat du train 111, faussement dirigé à la bifurcation de Sucy; arrêt obtenu au moyen du frein Westinghouse à 30 mètres du train 122, qui arrivait au même moment sur la même voie dans la direction opposée. Grâce à l'emploi du frein Westinghouse, une collision a été évitée.

Train 90 *du* 1er *juin* 1885. — A 100 mètres environ avant l'entrée du train en gare de Joinville-le-Pont, le frein a été appliqué dans toute son énergie par le mécanicien, qui avait aperçu les voies en gare encombrées par une foule de voyageurs. L'arrêt immédiat a évité certainement des accidents.

Train 91bis *du* 10 *octobre* 1885. — Lors d'une collision à Reuilly, la rupture de la conduite générale du frein Westinghouse a produit le bloquage automatique instantané de tous les freins des véhicules, bloquage qui a causé l'arrêt immédiat du train et a fortement atténué les conséquences de l'accident.

Train 110 *du* 4 *novembre* 1885. — Arrêt du train au moyen du frein Westinghouse à 80 mètres environ avant le passage à niveau de la Faisanderie (entre Joinville et Nogent-s/Marne); sur ce passage, une voiture attelée et chargée était engagée.

Annexe III. — Cas de refus de fonctionnement du frein Westinghouse sur tout ou portion de trains, pour causes inconnues au mécanicien, lorsque celui-ci voulait faire agir ledit frein.

A. — Grand réseau.

1er *cas.* — 1885, 13 *septembre.* — *Train* 32. — Suspension partielle de l'effet du frein Westinghouse depuis Épernay jusqu'à Château-Thierry; l'accouplement n'avait pas été fait à Épernay entre les troisième et quatrième voitures, mises au train à cette gare.

2e *cas.* — 1885, 30 *octobre.* — *Train* (2) 41. — Le deuxième véhicule du train ayant eu son robinet de conduite générale fermé lors d'une manœuvre en gare de Rethel et ce robinet n'ayant pas été ouvert avant le départ, le frein a été annulé sur le restant du train (depuis le deuxième véhicule) à l'insu du mécanicien, qui a fait un arrêt défectueux à l'arrivée à Amagne.

3e *cas.* — 1886, 6 *janvier.* — *Train* 39. — Suppression totale du frein Westinghouse entre Meaux et La Ferté : malentendu entre le visiteur et le mécanicien, qui, lors d'une réparation du frein de sa machine, avait dit à son chauffeur de supprimer le frein.

4e *cas.* — 1886, 23 *avril.* — *Train* (40) L. — Suspension partielle de l'effet du frein Westinghouse sur 3 véhicules, depuis Chaumont jusqu'à Paris, par suite de la fermeture d'un robinet d'accouplement.

5e *cas.* — 1886, 24 *mai.* — *Train* (40) 34. — Annulation inconsciente du frein entre Troyes et Romilly sur 10 véhicules du train, composé de 14 véhicules, et refus de serrage à Romilly, par suite de la fermeture d'un robinet d'accouplement de la conduite générale.

6e *cas.* — 1886, 29 *juin.* — *Train* 38. — Suspension partielle de l'effet du frein Westinghouse sur une portion du train 38, depuis Châlons jusqu'à Château-Thierry. A Châlons, un bureau-poste avait été placé troisième en tête du train sans que le robinet d'accouplement fût ouvert.

7e *cas.* — 1886, 19 *juillet.* — *Train* (40) 47. — A la suite d'une manœuvre à Maison-Rouge, où la locomotive a été séparée, l'accrocheur, après avoir refait les attelages, a omis d'ouvrir les robinets d'accouplement entre le tender et le fourgon de tête, en sorte que, à l'arrivée à Longueville, le mécanicien, comptant sur le frein Westinghouse, qui était annulé, a dépassé la gare de 100 mètres.

8e *cas.* — 1886, 29 *août.* — *Train* (40) 34. — A l'arrivée à Longueville, le train a dépassé la gare d'environ 100 mètres parce que son frein n'a pas agi ; le chef de train a dû produire l'arrêt. Après vérification, il a été constaté que le robinet d'accouplement du tender était à demi fermé ; cause restée indéterminée.

9e *cas.* — 1886, 6 *septembre.* — *Train* (2) 36. — Suspension de l'effet du frein Westinghouse

Westinghouse sur les cinq derniers véhicules du train 122, depuis Brie jusqu'à La Varenne; un bouchon en bois obstruait la conduite générale de la voiture BI 2749.

2e *cas*. — 1885, 25 *avril*. — *Train* 90. — A l'arrivée à Saint-Maur, le mécanicien a éprouvé une grande difficulté pour bloquer les freins, par suite d'un bouchon en bois qui se trouvait dans la conduite générale de la voiture BI 2714 et qui, en obstruant le passage de l'air, suspendait l'effet du frein.

3e *cas*. — 1886, 15 *août*. — *Train* 76. — Suspension complète de l'effet du frein Westinghouse sur tous les véhicules du train, à l'insu du mécanicien; l'homme d'équipe qui avait attelé la machine avait omis d'ouvrir les robinets d'accouplement du tender et du fourgon de tête; cause d'un arrêt défectueux à Vincennes.

4e *cas*. — 1886, 30 *août*. — *Train* 3. — Les robinets d'accouplement n'avaient pas été ouverts entre la machine et le fourgon de tête lors de l'accrochage, en sorte que le mécanicien, voulant faire usage du frein à l'arrêt à Joinville, ne put s'en servir et fut obligé de siffler aux freins et d'obtenir l'arrêt par l'ouverture des robinets de vigie des fourgons.

DISCUSSION EN SECTION

(2e SECTION)

(PLANCHE XXI)

Séance du 23 septembre 1887 (après midi)

PRÉSIDENCE DE M. LE BARON PRISSE (DOYEN D'AGE)

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BANDERALI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. HUBERTI

M. le Président. Nous passons à la question XII, relative aux freins.
La parole est à M. Huberti, ingénieur, professeur à l'université de Bruxelles,

Séance du 24 septembre 1887 (matin)

PRÉSIDENCE DE M. BELPAIRE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BANDERALI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. HUBERTI

La séance est ouverte à 9 heures du matin.

M. le Président. J'ouvre la discussion sur la question des freins continus. Le rapport vous a été résumé hier par M. Huberti.

Je crois qu'il n'est pas nécessaire d'entamer une discussion générale. Il importe seulement que nous nous tenions au courant des modifications et des améliorations introduites dans le service depuis la session de Bruxelles du Congrès. Nous avons uniquement à mettre la situation à jour.

M. Dieudonné (*France*). Je désire ajouter un mot à la communication de la Compagnie de l'Est au sujet des freins continus Westinghouse et des tuyaux d'accouplement en caoutchouc.

On sait que le reproche adressé à ces tuyaux est de crever subitement et d'amener des arrêts intempestifs en cours de route. Nous avons expliqué dans notre note les moyens que nous avons employés pour réduire le nombre de ces accidents.

Un fait qui s'est dégagé de nos dernières observations me paraît très favorable aux tuyaux en caoutchouc. Une statistique portant sur les cinq ou six derniers mois nous a montré que, dans les deux tiers des cas de rupture de boyaux, on se trouvait, soit en stationnements, soit dans le voisinage des bâtiments de station, et par conséquent dans la limite de protection des signaux de gare.

L'arrêt, dans ces conditions, offre moins d'inconvénients qu'en pleine voie.

On pourrait peut être expliquer le fait par cette considération que c'est aux abords des gares que le frein est mis en jeu. C'est en ce moment que le commencement de rupture donne lieu à une rupture définitive. Ce fait s'explique rationnellement. Il est important de le constater au point de vue de la compensation des avantages et des inconvénients attribués au caoutchouc.

M. Huberti. M. Mayer m'a fait remarquer ce matin que la Compagnie de

ments métalliques sont actuellement exécutés dans les ateliers de la Société des anciens établissements Cail et Cie.

M. Huberti. La Société du frein Schleifer a déposé sur le bureau, pour être soumis à votre inspection, un modèle d'accouplement métallique dont elle dit obtenir les meilleurs résultats. Le frottement sur caoutchouc y a été remplacé par le frottement sur une matière spéciale, dite fibre végétale, qui résisterait, paraît-il, à l'usure d'une manière très satisfaisante et donnerait un joint d'une complète étanchéité.

M. Banderali. Il semble que les accouplements métalliques doivent être d'un prix élevé si l'on en juge par la nature des soins qui sont apportés à leur construction et par la qualité des matériaux qu'on y emploie.

La communication de M. Dieudonné doit attirer l'attention en ce sens que si l'on pouvait prolonger la durée des tubes en caoutchouc, ou s'apercevoir de leur mise hors de service, grâce à des visites périodiques et aux procédés de vérification que l'Est essaye avec succès depuis quelque temps, on pourrait trouver des avantages d'argent à maintenir les anciens accouplements. Il est intéressant de noter ce point.

M. Jules Morandiere. Le prix des appareils pour une voiture est de 100 francs en nombre rond (1).

M. Banderali. Et avec le système de tubes en caoutchouc?

M. Jules Morandiere. Les boyaux en caoutchouc coûtent au moins 10 francs *sans les têtes* (2).

M. Banderali. Un dixième seulement.

M. Polonceau. Ce que nous avons traité tout à l'heure est la question technique et non la question industrielle.

M. Banderali. Nous avons toujours lié dans nos discussions la question d'argent à la question technique.

M. Polonceau. Il faut distinguer. En parlant des accouplements métal-

(1) L'Ouest paye maintenant 88 francs avec les têtes, et 78 francs *sans les têtes*.

(2) L'Ouest paye 25 francs une paire de boyaux munis de leurs têtes, soit 15 francs de caoutchouc par voiture. L'accouplement métallique ne lui coûte donc guère que cinq fois plus, mais sa durée dépassera certainement cinq fois plus.

liques, je me suis placé au point de vue technique. Ils fonctionnent bien. Quant au prix, c'est une autre question.

M. Banderali. Quand il s'agit de pièces dont l'application est aussi multipliée, dont l'emploi est aussi répété, la question de prix joue un rôle important. Si la différence de prix est aussi grande, il s'agit de savoir si les précautions dont a parlé M. Dieudonné ne pourraient pas éviter aux Compagnies des sacrifices considérables.

M. Parent (*France*). Le prix des tuyaux en caoutchouc varie de 4 à 6 francs suivant la qualité. Le coût des accouplements métalliques Landry dont a parlé M. Morandiere s'élève à 35 ou 40 francs. Ce prix élevé est le seul obstacle à l'adoption de ce système, qui présente, il est vrai, l'inconvénient d'augmenter les fuites, mais qui a du moins le grand avantage de diminuer considérablement les arrêts intempestifs.

M. Henry (*France*). Nous avons expérimenté, au Paris-Lyon-Méditerranée, tous les systèmes d'accouplements métalliques qui ont été proposés. Voici en quoi ont consisté les essais.

Notre machine à essayer les caoutchoucs permet de les soumettre à un grand nombre d'extensions et de compressions. Nous l'avons disposée de manière à transmettre à un accouplement mis en pression et monté comme il doit l'être sur la voiture, des oscillations analogues à celles qu'il subit en service, mais plus brusques, plus amples et moins rapides, ou plus désordonnées. Nous avons vu par

beaucoup à désirer; un certain nombre fuyaient tellement, que leur emploi eût été impossible. Nous n'en avons trouvé qu'un seul qui soit et qui reste étanche, c'est le système Lecouteux et Garnier. Mais il est cher et d'un maniement assez difficile. Parmi les autres, les meilleurs perdaient encore assez pour nous faire douter de la possibilité de les appliquer à tout le matériel d'un long train de 24 voitures, sans s'exposer à des fuites rendant l'alimentation en route difficile et coûteuse.

Je ne sais pas si des expériences ont permis de bien élucider ce dernier point, c'est-à-dire si l'on a composé les trains uniquement de voitures à accouplements métalliques et si l'on a constaté que, dans ces conditions, la pompe n'allait pas beaucoup plus vite et, par suite, ne consommait pas beaucoup plus de vapeur que pour des trains n'ayant que des accouplements en caoutchouc.

Des inventeurs nous ont apporté un nouveau système, qui ne comporte pas de joints et qui, par suite, ne saurait donner lieu à des fuites en ces points : c'est un assemblage de tuyaux rigides réunis par d'autres tuyaux en forme de soufflets et qui présentent assez de flexibilité pour permettre facilement les mouvements nécessaires aux accouplements.

M. le Président. Ce soufflet est-il métallique?

M. Henry. Complètement. L'assemblage des tuyaux ne demande aucun ajustage. Nous n'avons pas encore essayé ce système.

Nous avons fait les essais dont je viens de parler, bien que la question n'ait pas pour nous une importance aussi grande que pour les autres réseaux. En effet, la seconde conduite que nous avons sur nos trains à frein continu nous permet, dès qu'un train est arrêté par la rupture d'un boyau de caoutchouc, d'annuler le frein automatique et de repartir immédiatement, pour ainsi dire sans arrêt en pleine voie, de sorte que les arrêts intempestifs causés par les ruptures de boyaux ont beaucoup moins de gravité chez nous que partout ailleurs. Néanmoins, comme il est toujours très ennuyeux d'avoir des arrêts intempestifs, même quand ils sont sans conséquence, nous avons fait beaucoup de recherches sur les causes de rupture des tuyaux en caoutchouc. Nous en avons trouvé qui sont connues de tous, telles que les coudes trop brusques, les frottements contre des pièces de fer, etc., et nous avons disposé les supports de boyaux, comme tout le monde l'a fait, de manière à les éviter autant que possible. Mais il en est une sur laquelle j'appelle votre attention, et qui, je crois, n'est pas généralement connue; la voici.

Les boyaux sont faits en toile roulée plusieurs fois sur elle-même et séparée par des couches de caoutchouc vulcanisé. La toile fournit la résistance et le caout-

choue donne l'étanchéité, sans contribuer beaucoup à la résistance. Le caoutchouc vulcanisé contient du soufre plus ou moins combiné. Or, toutes les matières sulfureuses, au contact d'une matière poreuse comme la toile, ont une tendance à s'oxyder, à donner de l'acide sulfureux d'abord, puis de l'acide sulfurique, qui désorganise complètement la toile et lui enlève toute résistance. Tout le monde connaît l'exemple classique, citée dans tous les traités de chimie, des rideaux des salles de bains sulfureux, qui sont rapidement rongés. La toile exerce ainsi à ses dépens une action de présence. Nous avons reconnu que la même réaction chimique se produit dans les boyaux de caoutchouc des freins. En décortiquant ceux de ces boyaux qui ont péri par des causes autres que l'usure, et qui ont crevé dans le sens longitudinal, nous en avons mis la toile à part, et nous avons reconnu qu'elle n'avait plus aucune solidité; elle se déchirait comme si elle était pourrie. En la traitant par l'eau chaude, on en a retiré de l'acide sulfurique libre, en quantité très appréciable. On n'en a pas trouvé dans la toile retirée des boyaux neufs et qui conserve toute sa solidité. Ceci indique bien que la toile des boyaux de caoutchouc est détruite avec le temps par l'acide sulfurique qui se produit à son contact, en raison de l'oxydation lente et progressive du soufre contenu dans le caoutchouc vulcanisé.

Pour empêcher cette action destructive de se produire, il faudrait isoler la toile du caoutchouc par une matière que je ne saurais préciser, mais à laquelle le caoutchouc pourrait se souder. L'huile de lin cuite semble se trouver dans ces conditions, et nous avons demandé aux fabricants de nous préparer des tuyaux de caoutchouc en employant des toiles enduites, au préalable, de cette matière. Ils

s'oxyde lentement, comme tous les hydrocarbures difficiles à oxyder, mais il s'oxyde certainement à la longue et produit des acides solubles qui donnent au liquide retiré de tous les réservoirs à air comprimé une acidité variable, qui atteint celle que donneraient à l'eau 5 à 6 grammes d'acide sulfurique par litre d'eau.

J'ai fait reproduire ces phénomènes d'oxydation en mettant du pétrole au contact de métaux différents et en exposant le tout, soit à l'action de l'air comprimé sec et chaud, soit à celle de la vapeur d'eau à haute pression et de l'air comprimé. L'oxydation s'est toujours produite; elle était lente, mais elle finissait par amener la dissolution d'une partie importante du métal. Les phénomènes de corrosion observés étaient ainsi expliqués.

Nous avions visité un grand nombre de réservoirs; nous n'en avons pas trouvé un seul qui présentât des corrosions inquiétantes au point de vue de la sûreté. Mais ils en présentaient tous; sur certaines parties, l'épaisseur de la tôle était réduite souvent de 1 ou de 2 millimètres.

Le second réservoir qui a sauté n'était pour ainsi dire pas corrodé. L'épaisseur était telle, que la rupture de ce réservoir a exigé une pression intérieure de plus de 36 kilogrammes par centimètre carré.

Quelle a été la cause de cette pression énorme? Je n'en sais rien encore. Nous cherchons une explication et nous n'en trouvons pas. Le fond est parti en grand, déchirant toute sa rivure. Il s'était déformé, comme il devait naturellement le faire sous une très forte pression. Toutes nos machines ont deux réservoirs placés l'un à côté de l'autre. Le second est resté en place, mais il s'est déformé également, portant aussi la trace d'un fort excès de pression.

Avant ces accidents, on nous avait déjà signalé un certain nombre de petites explosions qui étaient restées pour nous inexplicables et qui s'étaient produites dans la pompe à air, au moment du graissage; l'une d'elles avait été assez énergique pour faire sauter le couvercle.

Je crois que, dans ce cas, le mécanicien avait simplement laissé gripper et chauffer sa pompe. Au moment où il a graissé, le pétrole s'est vaporisé rapidement et a fait avec l'air un mélange explosif qui s'est enflammé sous l'influence de la chaleur, développée par l'échauffement préalable de la pompe et par la compression brusque, comme dans le briquet à air des cours de physique.

Mais cette explication ne saurait s'appliquer aux explosions de réservoirs, qui ne sont pas produites au moment du graissage. Il a dû se passer là un ensemble de phénomènes qui nous échappent. Je vous ai dit qu'il y avait des liquides acides dans les réservoirs; on y trouve aussi des dépôts solides gras, qui renferment

une quantité considérable de fer et aussi une matière organique combustible. Quand on les présente à la flamme d'une bougie, ils s'allument et brûlent lentement comme de l'amadou.

Est-il possible que ces dépôts puissent, à un moment donné, dégager des hydrocarbures qui, avec l'air comprimé, fassent un mélange explosible? Je ne le crois pas. Quand on les chauffe modérément, on n'en dégage aucun produit qui soit assez abondant pour faire un mélange détonant.

D'autre part, le pétrole que nous employons est relativement lourd. Il faut le chauffer à plus de 60 degrés pour qu'une allumette enflamme sa vapeur. Par conséquent, ce liquide ne peut pas dégager de vapeurs produisant un mélange explosible avec l'air, à moins que la température ne monte à plus de 60 degrés. Nous avons même reconnu qu'à 120 degrés, il en donne trop peu pour produire ce mélange. Par conséquent, ce n'est pas la vaporisation directe du pétrole dans les réservoirs qui a pu occasionner leur explosion.

L'oxydation du pétrole, dont je viens de parler, est-elle accompagnée d'un dédoublement qui donne lieu à des hydrocarbures beaucoup plus légers et plus volatils; ou bien l'action de l'acide formé suffit-elle, dans certains cas, pour attaquer le fer et donner une quantité d'hydrogène assez grande pour former un mélange détonant avec l'air? Je croirais plutôt à cette dernière cause qu'à la première. En tout cas, j'ai la persuasion qu'il a fallu l'explosion d'un mélange détonant pour amener la deuxième rupture de réservoir que nous avons constatée.

Je vous demande pardon d'être entré dans ces détails. Mais il était intéressant de les signaler à ceux de nos collègues qui emploient le frein à air comprimé. Je serais désireux d'apprendre d'eux s'ils ont fait des observations au sujet des corrosions des réservoirs et s'ils les purgent à des époques plus ou moins rapprochées; enfin, s'ils ont eu des accidents plus ou moins analogues à ceux que je viens de signaler.

M. Banderali. Avez-vous des soupapes sur vos réservoirs?

M. Henry. Non, aucune.

M. Parent. Je ne suis pas en mesure de répondre d'une manière précise à mon savant collègue M. Henry, en ce qui concerne l'effet des purges fréquentes. Je puis dire cependant que, dans mon service, on s'était peu préoccupé des purges jusqu'à l'incident d'Ambérieux.

Lorsque j'ai eu connaissance de cet incident, j'ai prescrit de dériver les fonds

les plus anciens réservoirs, qui avaient alors parcouru près de 250,000 kilomètres. Eh bien, il n'a été trouvé sur aucun point du réseau ni altération sensible de tubes, ni diminution appréciable de leur épaisseur.

En présence de ces résultats, j'ai renoncé à faire galvaniser les réservoirs, ainsi qu'on avait eu l'intention.

M. Lentz (*Autriche-Hongrie*). Je voudrais aussi me permettre de poser une question aux délégués des Administrations de chemins de fer qui se servent du frein Westinghouse en Italie. J'ai éprouvé l'autre jour une impression de surprise. Vous vous rappelez que nous sommes allés avant-hier à Gênes. Comme c'était un train de luxe, à l'usage du Congrès international des chemins de fer, il faut supposer, et tel était sans doute le cas, que les machines, les voitures, les freins se trouvaient en parfait état. Cependant, je crois avoir remarqué qu'arrivé au sommet d'une montagne, on a pris une douzaine ou une quinzaine de manœuvres pour se servir des freins à vis. Je me suis dit : Quoi! au moment où le frein doit précisément faire son devoir, dans une circonstance sérieuse pour lui, on ne s'en sert pas!

Je serais très heureux d'obtenir une explication du fait que je viens de signaler.

M. Kossuth (*Italie*). En ma qualité de directeur de l'exploitation du deuxième district du chemin de fer de la Méditerranée, je suis à même de vous donner l'explication demandée.

Je n'ai pas assisté à votre excursion de Gênes. Aussitôt qu'on m'a raconté ce fait, quelqu'un m'ayant interpellé à cet égard en particulier, je crois l'avoir expliqué. Le train spécial du Congrès était très long. On croyait qu'en se servant constamment du frein Westinghouse à la descente, avec 20 ou 22 réservoirs, une machine seule, pompant de l'air, n'aurait peut-être pas pu remplacer suffisamment l'air qu'on est forcé de laisser échapper par cette manœuvre fréquente. Pour ne pas avoir des altérations de vitesse, pour ne pas subir des secousses, on a préféré faire monter des gardes-frein dans les guérites, pour la partie de la ligne qui est en très forte pente.

Les trains express ont les freins Westinghouse. On s'en sert très couramment et, par leur moyen, on descend la ligne du Tréjus sans le moindre inconvénient. Dans votre voyage à Gênes, on a voulu user d'un excès de précaution, parce qu'on avait le désir de vous faire descendre les pentes de la façon la plus commode possible.

M. Parent. Se sert-on aussi de la contre-vapeur?

M. Kossuth. Oui. Il y a cependant des machinistes qui en usent le moi possible, dès qu'ils ont un autre moyen de modérer la vitesse de leur descen et, par suite, le système Lechatelier est moins employé qu'auparavant.

M. le Président. Permettez-moi de vous ramener à la question. Nous déraï lons un peu.

M. Barton Wright n'a-t-il rien à nous dire quant à la rupture des réservoir

M. Barton Wright (*Grande-Bretagne*) [1]. Je veux vous citer un fait spéci qui s'est passé sur le Midland railway, dans une circonstance récente.

Une machine rentrant au dépôt s'est accidentellement arrêtée en un point où l feu d'une autre locomotive avait été jeté sur la voie. Le réservoir à air comprimé qui se trouvait précisément au-dessus du mâchefer rouge et des escarbilles jetés à terre, a fait explosion.

M. Henry. A-t-on constaté des corrosions?

M. Barton Wright. Je ne le sais pas.

M. Delebecque (*France*). Je demanderai à présenter quelques observations sur un autre côté de la question. Le rapport que M. Huberti nous a résumé hier est très remarquable; il peut faire l'objet d'études que nous devons tous entreprendre. Ce rapport contient surtout une observation très intéressante sur les essais des freins continus pour les trains de marchandises. Il y a là un côté neuf de la question. Mais je crois qu'il ne faudrait pas que ce rapport fût pris absolument à la lettre par des gens qui ne connaissent pas bien la question du matériel, et c'est ce qui pourrait arriver. Le rapport a l'air de conclure que par l'ouverture, au moyen de l'électricité, de triples valves agissant sur des groupes de wagons, on arriverait à quelque chose de meilleur que par l'action de la machine seule : je crois que de cette façon la question serait encore loin d'être résolue.

Souvenez-vous de ce que nous avons dû faire quand nous avons appliqué les freins continus aux trains de voyageurs. Nous avons été obligés de donner plus de tension aux ressorts. Nous avions déjà un attelage au contact dans les trains de voyageurs. Force nous a été de renforcer nos ressorts de choc, de manière que les voitures ne pussent se rapprocher.

La question de l'application des freins continus aux trains de marchandises se complique de questions autres que celle de l'instantanéité du serrage dans les

[1] Paroles prononcées en anglais et traduites en séance par M. Banderali.

trains complets. Cette instantanéité ne sera jamais absolue dans des trains très longs. Elle dépend non seulement de l'instantanéité d'action de l'appareil des freins, mais aussi de la disposition mécanique et de l'état d'usure des organes des freins dans chaque wagon. Un wagon pourra être plus vite freiné qu'un autre parce que ses leviers d'action ne seront pas calculés comme ceux des autres wagons, ou, au moins, parce que leur état d'entretien et de graissage sera meilleur.

Je crains, si on ne fait pas quelques réserves au sujet du rapport, que les gens non techniques ne prennent trop ses assertions à la lettre et qu'on ne pousse dans une voie où il me paraît dangereux d'entrer.

Je crois que, pour l'application des freins continus à des trains, même pas très longs, il ne faut pas seulement que les attelages soient au contact; il faut un serrage considérable des ressorts de choc. Si vous ne faites qu'amener les tampons les uns contre les autres, comme cela a lieu pour les wagons à marchandises, vous aurez encore des chocs violents.

M. le Président. Les marchandises ne sont pas aussi sensibles que les voyageurs.

M. Banderali. Il ne s'agit que d'essais.

M. le Président. Au point de vue des trains de marchandises, je crois que nous pourrions clore la discussion en disant que les expériences qui ont été faites en Amérique sont des plus intéressantes, mais que nous avons bien des choses à faire avant de songer à appliquer les freins continus aux trains de marchandises. Comme vous le disiez parfaitement, j'ai la conviction qu'avant de songer à n'importe quel frein, il faut arriver à diminuer la distance entre les buttoirs. Il faut que les attelages des trains de marchandises soient presque aussi parfaits que ceux des trains de voyageurs.

M. Delebecque. Nous pouvons dire que nous ne sommes pas encore arrivés à quelque chose de pratique.

M. le Président. L'accord est complet.

M. Polonceau. Il serait très fâcheux que le Congrès eût l'air de favoriser l'application des freins continus aux trains de marchandises.

M. Delebecque. C'est ce que je dis.

M. Polonceau. Je ne vois pas la nécessité, *mon opinion là-dessus est très*

précise, de ralentir plus rapidement la vitesse acquise des trains de marchandises. Il n'y a pas de danger qu'ils rattrapent les trains de voyageurs. Je ne sais pas à quoi serviraient les freins continus. Ils occasionneraient une dépense énorme tant sous le rapport de l'installation que sous celui de l'entretien et amèneraient constamment des interruptions de service. Or, dans les conditions où se trouve actuellement le trafic général, il faut chercher tout spécialement les procédés économiques.

M. le Président. Je pense que M. Polonceau va un peu loin. Ne serait-il pas au contraire désirable — si l'on pouvait arriver à ce résultat sans grande dépense et sans inconvénients sérieux — ne serait-il pas avantageux de pouvoir traiter les trains de marchandises comme on traite les trains de voyageurs? Au point de vue de la conservation du matériel surtout, je trouve essentiel d'éviter toutes les secousses qui se produisent aujourd'hui.

M. Delebecque. Comme la question n'est pas mûre, nous pouvons ne pas la discuter.

M. le Président. Laissons-la ouverte et ne décourageons pas les efforts que l'on fait pour arriver à un résultat.

M. Polonceau. Nous avons eu à la Compagnie d'Orléans des voitures dont nous avons été obligés de renforcer ou de reconstruire les châssis par suite de l'action des freins continus. Un wagon soumis constamment à l'action des freins se détériore plus facilement que celui qui n'en a pas.

M. Banderali. Ce serait aller trop loin, comme le dit M. le Président, de proclamer l'inutilité absolue, au point de vue de la sécurité, d'appliquer les freins continus aux trains de marchandises.

Mais il y a des considérations nombreuses d'ordre technique et d'ordre économique, qui rendent cette application impossible en Europe, dans l'état actuel des exploitations. Avant d'appliquer des freins continus aux trains de marchandises, il faudrait munir tous les wagons d'un attelage *rigide*, comme celui en usage aux États-Unis; il faudrait faire adopter cette mesure et celles qu'elle entraînera dans la construction des wagons, par toutes les Compagnies en relations internationales. Ce sont des obstacles matériels certainement insurmontables; car, tant qu'il restera dans un train de marchandises, un wagon ne satisfaisant pas aux conditions techniques d'un attelage approprié à l'action des freins continus sur les trains très

longs, l'application partielle du frein continu n'aurait d'autre résultat que de causer les ruptures d'attelage les plus dangereuses.

M. Kossuth. Il me semble que la proposition de M. Delebecque de ne pas discuter l'application des freins continus aux trains de marchandises est très naturelle. Nous sommes en Italie deux grandes Compagnies. La Méditerranée a adopté le frein à air; l'Adriatique a pris le frein à vide. Toutes les Administrations avec lesquelles l'Adriatique est en contact ont pris le même frein. Nous avons le Westinghouse. Il est absolument impossible de songer à un système de freins continus pour trains de marchandises quand on a un service cumulatif avec une quarantaine d'Administrations.

M. Huberti. Nous sommes tous d'accord sur ce point et je l'ai dit explicitement dans mon rapport. Personne de nous n'entend, je pense, conclure à l'adoption, dans un avenir plus ou moins rapproché, des freins continus pour les trains de marchandises.

M. Banderali. Nous n'avons pas complètement terminé la discussion. Ainsi, il semble résulter, de tout ce qui a été dit sur la nécessité d'une construction très soignée des accouplements métalliques, qu'il est désirable que nous trouvions une méthode de vérification efficace pour les accouplements en caoutchouc des freins à air comprimé. De plus, le fait qu'a signalé M. Henry semble prouver que l'établissement de soupapes sur les réservoirs pourrait être une chose utile.

M. Henry. Jamais une soupape n'a empêché une explosion produite par un mélange explosif. La pression de l'air n'a pu monter aux chiffres que j'ai indiqués.

M. Huberti. Un mot encore. Dans mon rapport, j'ai appelé modérable le seul frein de la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée. On m'a fait remarquer que cette qualification semblait impliquer qu'il n'y avait que ce type qui fût *modérable*. Telle n'a pas été ma pensée : j'ai voulu dire que le type de la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée est le plus *facilement*, le plus *commodément* modérable. Cela ne veut pas dire qu'avec le Westinghouse automatique ordinaire on ne puisse, sauf dans des cas d'inclinaison très prononcée, descendre en faisant quelques reprises sur le cours de la pente.

Je donne cette explication pour faire droit à l'observation que m'a faite M. Mayer.

M. Henry. M. Mayer tient beaucoup à dire que le frein automatique ordinaire est modérable. Le réseau de l'Ouest n'a pas de rampes semblables à celles du Paris-Lyon-Méditerranée dans ses sections de montagnes, et un frein réellement

modérable, c'est-à-dire permettant de descendre des pentes longues et de grande inclinaison sans variation de vitesse, n'est pas nécessaire sur ce réseau. Mais sur nos déclivités de 25 millimètres des Cévennes, qui ont jusqu'à 25 kilomètres de longueur, M. Westinghouse lui-même, manœuvrant son frein automatique avec toute l'habileté qui le caractérise, n'a pu éviter des variations successives de près de 25 kilomètres dans la vitesse à la descente. Ce n'est pas de gaîté de cœur que nous avons compliqué le système. Si nous avions pu descendre convenablement nos pentes de 25 et de 30 millimètres, sans notre frein modérable, je vous assure que, malgré tout, nous ne l'aurions pas appliqué.

M. Huberti. Je suis parfaitement d'accord avec vous. Personnellement, je tiens votre frein pour l'appareil le plus complet qui existe et j'estime qu'il résout mieux qu'aucun autre l'importante question de la modérabilité.

M. Kossuth. Si le matériel de l'autre jour avait été muni de freins modérables, nous n'aurions pas fait monter les gardes-frein à Busalla.

M. le Président. Y a-t-il moyen de s'assurer si les tuyaux de caoutchouc sont de bonne qualité? La vulcanisation se continue souvent dans la matière. Au bout d'un certain temps, on arrive à avoir du caoutchouc cassant.

M. Henry. Pour les boyaux en caoutchouc élastique, nous avons institué des essais à la machine, consistant en extensions et compressions alternatives répétées pendant longtemps, le caoutchouc doit résister à un nombre déterminé de ces compressions et extensions sans se détériorer. Mais quand il s'agit de caoutchouc entoilé comme les boyaux des freins Westinghouse, ce genre d'essai n'est pas possible.

M. le Président. Nous pouvons terminer la discussion et conclure d'après les renseignements qui nous ont été donnés : on n'est pas encore arrivé à un accouplement métallique assez bon marché pour qu'il puisse remplacer les boyaux en caoutchouc. D'un autre côté, ceux-ci pourraient, d'après ce qui a été dit par M. Henry, se trouver dans de meilleures conditions de fabrication. On en augmenterait ainsi la durée actuelle; même avec cette durée il y a avantage, sous le rapport de l'économie, à prendre ce genre d'accouplements malgré la nécessité de les remplacer périodiquement. Au point de vue du service, ce remplacement périodique ne semble pas présenter d'inconvénients et on ne s'expose pas, en l'opérant, à avoir des boyaux qui échappent à cette espèce de contrôle. Par conséquent, nous croyons, dans la situation actuelle, qu'il faut continuer l'emploi des

communications en caoutchouc, tout en se réservant de continuer à rechercher un accouplement métallique économique.

Quant aux freins des trains de marchandises, je pense que nous nous sommes mis tout à fait d'accord en disant que nous avons intérêt à suivre de très près tous les essais qui sont tentés à cet égard, mais, je le répète, aucune décision ne peut être prise sur ce point.

M. Polonceau. J'insiste pour que l'on dise que l'application des freins continus aux trains de marchandises ne présente pas d'intérêt pratique. C'est une question de centaines de millions. Je demande positivement que l'on inscrive au procès-verbal que cette dépense serait faite sans nécessité. Voilà quarante ans que l'on administre les chemins de fer sans accidents graves. Faut-il appliquer les freins continus aux trains de marchandises? Vous présentez la question comme discutable. Il faut dire que ces freins n'ont pas de raison d'être aux trains de marchandises; qu'ils ne seraient qu'une cause de dépenses et que l'utilité n'en est pas démontrée. Ce serait forcer les Compagnies à une dépense peut-être de 500 millions.

M. le Président. Cela aurait le grave inconvénient d'être une sanglante critique d'un article du questionnaire soumis au Congrès.

M. Polonceau. Sanglante, si vous voulez; mais je ne veux pas ruiner les Compagnies.

M. le Président. Je ne comprends pas trop l'utilité de cette restriction. Pourquoi fermer la porte à toute espèce d'études et de perfectionnements à cet égard?

M. Polonceau. Ma pensée n'est pas que nous devions fermer la porte à des études, mais je crois que nous ne devons pas encourager des études dans une voie que nous ne croyons pas bonne.

M. Dieudonné. Ne pourrait-on pas dire que les expériences faites en Amérique ne leur intérêt, mais que, dans l'état actuel des choses sur notre continent, l'obligation d'adopter les freins continus pour les trains de marchandises paraît devoir être avant tout et pour le moment écartée à cause de l'énormité de la dépense?

M. Banderali. Il y a d'autres impossibilités que la dépense.

M. Polonceau. Je trouve que le commerce européen est excessivement malmené par le commerce américain. Loin de chercher à augmenter nos dépenses

d'exploitation, nous devons nous efforcer de les diminuer. Nous ne sommes pa dans les mêmes conditions que les Américains. Ils peuvent exploiter leur chemins de fer plus économiquement que nous ne le faisons; ils n'ont pas le charges que nous avons. Si vous accroissez encore les dépenses d'exploitation vous sacrifiez l'intérêt européen.

M. Banderali. Nous déclarons que les Compagnies d'Europe ne peuvet appliquer les freins continus aux trains de marchandises. Mais nous ne pouvon pas affirmer que ces freins sont inutiles partout et toujours dans le présent (dans l'avenir, comme la motion de M. Polonceau semble l'indiquer.

M. le Président. Croyez-vous qu'il soit utile de faire plus de réserves?

M. Parent. Il faut dire quelque chose; mais je suis d'avis que M. Poloncea va un peu loin.

M. Banderali. Il y a tant de raisons pour ne pas appliquer les freins continus quel qu'en soit le système, aux trains de marchandises qu'il me semble inutil d'insister sur l'opportunité qu'il y aurait à le faire au point de vue de la sécurité

M. Parent. Il faut dire que la solution est douteuse et que, dans tous les cas elle entraînera des dépenses extraordinaires hors de proportion avec le but atteindre.

M. le Président. Il faut arriver à des dispositions qui soient rationnelles (possibles. Je demande si la majorité est d'avis de suivre M. Polonceau.

[redacted]

M. le Président. Nous pourrons, au besoin, reprendre la discussion lorsque nous nous trouverons en présence de la rédaction de M. Banderali.

M. Banderali. Dans le rapport, il est question de freins électriques. Nous n'en avons pas dit un mot. Faut-il rester dans ce mutisme ou faut-il dire qu'il n'y a rien de nouveau depuis la première session du Congrès ?

M. Polonceau. Il n'y a rien de saillant à constater dans les essais faits depuis la dernière session du Congrès.

M. Banderali. Il me sera très difficile de vous présenter avant la séance plénière un compte rendu de la séance de ce matin. Je demanderai la permission de résumer ce qui a été dit sur les deux points traités ici et sur l'électricité, mais je ne serai pas à même de vous soumettre la rédaction de mon rapport avant l'assemblée générale.

M. le Président. A ce point de vue, je dois vous dire qu'hier j'ai été assez désagréablement impressionné lorsqu'un membre de notre section a fait des observations sur un passage du rapport relatif au Grand Central Belge.

M. Banderali. Cette rectification justifiée n'avait trait qu'à un lapsus de plume. On avait copié mal à propos une négation. Cela n'a pas la moindre importance.

M. le Président. Soit. Mais je me demande s'il ne serait pas convenable d'éviter ces observations en nous donnant la lecture complète du rapport avant qu'il soit présenté à l'assemblée générale.

M. Banderali. On peut le faire et je suis à vos ordres.

M. Parent. Ce n'était pas la peine de relever une erreur matérielle en séance plénière.

M. le Président. Il ne faut pas qu'à propos de cette question, qui nous divise, nous nous exposions à recommencer notre discussion en assemblée générale.

M. Banderali. Vous n'aurez pas de discussion. Je dirai simplement ce qui a été effectué en fait d'essais d'application du frein continu aux trains de marchandises. Je mentionnerai qu'on a fait récemment en Amérique des expériences qui, pour moi, ne sont pas concluantes, au moins jusqu'à ce jour.

M. le Président. Elles ne le sont pour personne.

M. Polonceau. Mettez-le dans les conclusions.

M. Banderali. J'ai l'intention de le mettre en grosses lettres.

M. Polonceau. Et sans indiquer l'intérêt de la question ?

M. Banderali. Nous pouvons dire, au contraire, que nous n'y voyons en Europe aucun intérêt actuel, et pourquoi elle doit être ajournée.

. . . . . .

M. Banderali donne lecture des conclusions qu'il a rédigées, d'accord avec M. Huberti, sur la question des freins continus.

— Ces conclusions, qui ne donnent lieu à aucune observation, seront lues en séance plénière.

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE

Séance du 24 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. LE COMM. BRIOSCHI

M. le Président. J'accorde la parole à M. Banderali, chargé de faire rapport sur la question XII.

M. Banderali. L'exposé de cette question a été rédigé par M. Huberti, ingénieur, professeur à l'université de Bruxelles.

Les termes mêmes dans lesquels elle a été rédigée vous indiquent suffisamment que la Commission internationale avait jugé inutile d'entraîner la section dans la discussion des points qui ont déjà été traités à la session de Bruxelles du Congrès; aussi a-t-elle restreint le programme de nos opérations en limitant la discussion à l'exposé des faits nouveaux qui pouvaient intéresser l'emploi des freins continus.

Ces faits nouveaux sont peu nombreux, sans toutefois manquer d'importance. En deux années, il est difficile que de grands perfectionnements ou des améliorations considérables soient apportés aux appareils qui servent à l'exploitation des chemins de fer. Néanmoins, il est certains points que l'expérience acquise depuis deux années a rendus très utiles ou très intéressants à signaler, et c'est sur ces points seulement que la discussion s'est étendue.

Il y a, comme vous le savez, deux systèmes principaux de freins continus qui se partagent les préférences des ingénieurs : les freins à air comprimé et les freins à air raréfié.

La question du frein électrique, si intéressante, a été laissée en dehors du débat, et la discussion en a été utilement remise à une époque où des faits nouveaux, plus nombreux, en auront mieux affirmé l'intérêt pratique.

Elle doit continuer à être étudiée et rester inscrite à notre programme.

Une des grandes objections qu'on a faites à l'emploi du système des freins à air

comprimé, c'est que les organes dont on se sert pour faire passer l'air d'une voiture à l'autre, c'est-à-dire les tuyaux de communication, généralement en caoutchouc, s'usent et se détériorent facilement, surtout par le fait de la pression intérieure qu'ils subissent, et qu'ils finissent par crever, en produisant des accidents ou incidents de service, lesquels, sans être en général dangereux, sont cependant très désagréables et doivent être évités à tout prix.

On a donc cherché à supprimer le caoutchouc dans la fabrication des tuyaux d'accouplement et à en établir de plus résistants, pouvant fournir un service plus prolongé.

On a, dans ce but, surtout depuis deux ans, poursuivi des expériences très régulières qui ont permis de déterminer la durée moyenne de cet organe délicat de la communication. Sur plusieurs réseaux, ces expériences ont démontré que, au bout de dix-huit mois, le tuyau de communication en caoutchouc devait donner lieu à des fuites assez importantes pour qu'il fût rebuté; le résultat de cette constatation a été que les visites, suivies de remplacement des tuyaux, sont devenues périodiques, et se renouvellent à peu près tous les dix-huit mois.

D'autres Compagnies ont essayé de remplacer les accouplements en caoutchouc par des accouplements métalliques. On est arrivé, en disposant convenablement certaines articulations sur ces accouplements, à leur permettre de se prêter à tous les mouvements relatifs des voitures.

Mais il s'est présenté d'assez graves inconvénients, dès l'origine, à l'emploi de ces organes perfectionnés : des fuites se produisaient à l'articulation, qui ne pouvaient être facilement combattues. De plus, il entre dans la constitution de ces appareils des métaux assez chers : du cuivre, du laiton, etc.; de sorte que leur emploi ne paraît pas être économique.

On peut s'en faire une idée par ce fait, que l'accouplement en caoutchouc entre deux voitures, coûte environ 5 francs, tandis que l'accouplement métallique coûte de 35 à 40 francs.

Au point de vue économique visé par la Commission internationale, il semble donc qu'il soit fort intéressant de chercher à améliorer la construction des connexions en caoutchouc, de manière à ne pas être obligé de recourir à l'usage de l'accouplement métallique.

Nous avons dit que de sérieuses et intéressantes expériences ont été faites pour rechercher les causes de détérioration de ces conduites ; ces expériences ont été l'objet d'une communication très écoutée dans le sein de la section. Il en résulte que des effets chimiques se produisent et que des altérations se développent, au

bout d'un certain temps, dans la toile qui enveloppe le caoutchouc; des phénomènes particuliers sont la cause de la détérioration et de l'usure des appareils, résultant de l'exposition du caoutchouc aux intempéries et aux effets alternatifs de la pluie et du soleil.

Rien n'est plus intéressant que ces expériences : il faut désirer qu'elles continuent; et la section a été d'avis de les encourager, tout en reconnaissant qu'il n'y avait pas lieu d'écarter l'accouplement métallique, pourvu que les conditions économiques de l'appareil permissent d'en faire une application plus étendue.

Une autre question qui a quelque peu occupé la section a trait à l'emploi de l'air comprimé à haute pression.

Des accidents d'un caractère spécial, heureusement très peu nombreux, se sont produits récemment sur le réseau de Paris-Lyon-Méditerranée.

Des réservoirs de pression ont fait explosion sans que, à priori, l'on pût bien se rendre compte des causes de ces explosions. Les études de la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée se sont portées sur ce point, et, en ce moment-ci, elle continue à rechercher la cause de ces phénomènes, qui demandent à être expliqués. Il est possible que des produits carburés, d'une composition inconnue, se forment dans les réservoirs et donnent lieu à des dégagements de gaz et à la formation de mélanges explosifs, dont l'explosion des cylindres pourrait être le résultat.

C'est un point qui mérite d'être étudié et signalé aux ingénieurs qui emploient les cylindres-réservoirs à air comprimé.

Une autre question était encore soumise à la section : elle avait trait à l'emploi des freins continus dans les trains de marchandises.

Cette question, en effet, a été depuis quelque temps l'objet d'expériences multiples aux États-Unis d'Amérique. Il y a même plus : il existe dans ce pays, particulièrement sur les réseaux de l'Ouest, un grand nombre de wagons munis de freins continus.

La discussion a fait voir jusqu'à l'évidence qu'il était prématuré de s'occuper de cette question sur le vieux continent, où les différences existantes dans la constitution des réseaux, les conditions d'exploitation et de construction du matériel, le groupement même des lignes dans les différents pays, interdisent l'espoir de faire rien de semblable à ce qu'on a fait, sur une échelle relativement restreinte, en Amérique. Et, sans prolonger une discussion qui lui a paru hors de propos, la section a cru devoir résumer ses conclusions dans les termes suivants :

En ce qui concerne l'application de freins continus aux trains de marchan-

dises, la section a tenu à déclarer que les expériences, récemment commencées sur ce sujet, sont loin d'avoir donné des résultats concluants.

L'emploi partiel de freins continus pour les trains de marchandises, fait aux États-Unis, dans des conditions toutes différentes de celles qui se rencontrent dans les exploitations de l'ancien continent, ne permet même pas de prévoir comment pourrait être réalisée l'application d'un frein continu pratique aux 700,000 ou 800,000 wagons à marchandises, de types et de construction différents, appelés à circuler indistinctement sur l'ensemble de tous les réseaux européens.

— Ces conclusions sont ratifiées par l'assemblée.

XIIIe QUESTION

ÉCLAIRAGE ET CHAUFFAGE DES TRAINS

A. — ÉCLAIRAGE DES TRAINS.

Quels sont les résultats obtenus par les nouveaux modes d'éclairage des trains (pétrole, électricité, etc.)?

B. — CHAUFFAGE DES TRAINS.

Quels sont les résultats obtenus par les nouveaux modes de chauffage des trains?

XIIIe QUESTION

TABLE DES MATIÈRES

EXPOSÉ

PREMIÈRE PARTIE :

Littéra A

ÉCLAIRAGE DES TRAINS

PAR DERY

INGÉNIEUR AUX CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE

AVANT-PROPOS.

Le Congrès des chemins de fer, en 1885, à Bruxelles, a formulé comme suit le programme de l'éclairage des trains :

« Lumière douce, fixe et blanche, en quantité suffisante pour qu'on puisse lire très aisément, quelle que soit la place qu'on occupe dans le compartiment ;

« Emploi de peintures et de tentures de couleurs claires ; indépendance des voitures dans la mesure du possible pour l'éclairage, chaque véhicule portant les approvisionnements qui lui sont nécessaires » (1).

Comme on le voit, ce programme se borne à l'expression de simples désidérata, le temps ayant manqué pour l'examen des systèmes différents en usage et pour déterminer ceux répondant le mieux aux diverses conditions énumérées.

La discussion du choix des tentures et des peintures des compartiments ne saurait trouver place ici.

Ce point écarté, et déférant au désir exprimé de n'avoir qu'un exposé sommaire des questions, en évitant de formuler des conclusions — qui ne pourraient, en effet, être admises d'une manière générale, si l'on tient compte des modes d'exploitation,

(1) Voir *Compte rendu général de la première session du Congrès*, p. VII-132.

des ressources, des habitudes locales, des climats, etc., — il ne reste qu'à passer en revue les différents systèmes d'éclairage adoptés et les divers essais faits par les Compagnies.

Notons, en passant, que deux seulement des nombreux adhérents au Congrès ont envoyé des renseignements sur la matière, la *Compagnie des chemins de fer de l'Est* en France et les *Chemins de fer de l'État belge*. Nous prions les abstentionnistes de nous pardonner les lacunes qu'ils constateraient dans notre travail.

Parmi toutes les matières employées ou essayées pour l'éclairage des trains, on rencontre : I, la bougie; II, l'huile végétale; III, les huiles minérales; IV, l'air carburé; V, le gaz ordinaire; VI, le gaz ordinaire carburé; VII, le gaz riche et VIII, l'électricité produite par diverses sources, comme nous le verrons plus loin.

I. — Bougies.

Dans les pays de froid excessif, où est à craindre la congélation des huiles végétales, on a eu recours primitivement à la bougie; tel est le cas pour le *Chemin de fer de l'Est prussien*. Dans un tout autre ordre d'idées, ce mode d'éclairage a été employé par certaines Compagnies pour l'éclairage de luxe de wagons-salons. Il est encore utilisé aujourd'hui pour les wagons-lits comme lumière de réserve en cas d'accident aux appareils ordinaires.

L'avantage de ce mode d'éclairage est d'être très simple et applicable sous les climats les plus rigoureux; mais il a l'inconvénient d'être de 40 p. c. plus coûteux que l'huile végétale. De plus, il exige assez de main-d'œuvre.

cristal, il se produit des égouttements d'autant plus désagréables que l'huile en elle-même a une odeur particulière assez nauséabonde.

On peut encore citer comme inconvénient de ce mode d'éclairage les manipulations multiples, le remplissage, le nettoyage des lampes, le remplacement des verres et des mèches, le contrôle difficile de la consommation d'huile, le gaspillage et le coulage.

L'huile végétale la plus employée est l'huile de colza, grâce à la supériorité de qualité qu'elle présente sur les huiles provenant des autres graines oléagineuses. On peut lui reprocher cependant son haut point de congélation + 3°1 c.

Mais on cite en sa faveur l'absence de tout danger, le bas prix de l'installation que son emploi nécessite, et la possibilité d'en faire usage indifféremment avec des becs d'intensités diverses.

L'huile de colza est utilisée de différentes manières : 1° à l'aide de becs plats; 2° à l'aide de becs ronds.

1° *Lampes à bec plat.*

Avantages : Facilité d'allumage; nettoyage aisé de la coupe et de la lampe; simplicité de construction et prix peu élevé de l'appareil; absence de cheminée en verre ou en cristal.

Inconvénients : Faible intensité lumineuse; utilisation mauvaise de la matière par suite de l'insuffisance de l'air fourni à la flamme; foyer trop élevé dans la lanterne; égouttements dans la coupe par dilatation; carbonisation rapide de la mèche, que l'on ne peut ni monter ni descendre, et qui ne brûle convenablement que deux ou trois heures; réflecteur à deux pièces.

La carcel n'est obtenue que par 63gr5 de consommation.

La lampe à bec plat a été employée primitivement par tous les chemins de fer, alors qu'on ne connaissait guère d'autres modèles de lampes. Elle s'est perpétuée jusqu'à nos jours et on la rencontre souvent encore sur les lignes secondaires, où la dépense de premier établissement joue un rôle important, ou bien où il existe un vieux matériel que l'on ne cherche plus à améliorer.

C'est un type de bec qui tend à disparaître et dont les inconvénients dépassent considérablement les avantages.

Citons cependant une amélioration introduite récemment par M. *Thomas*; elle consiste à munir le bec d'un pavillon assez semblable à celui utilisé généralement pour les becs plats à pétrole, sans exiger cependant de cheminée.

Ce pavillon est monté à charnière, de sorte que le remplacement de la mèche n'est pas rendu plus difficile; il force l'air à venir directement contre la flamme, ce qui produit une combustion beaucoup plus complète. Pour arriver au même but, certaines Compagnies entourent la flamme d'une petite cheminée cylindrique se s'appuyant sur les branches de la lampe et aboutissant au réflecteur. La flamme se gagne ainsi en clarté.

2° *Lampes à bec rond.*

L'éclairage obtenu à l'aide de ces appareils est de beaucoup supérieur au précédent.

Avantages : Égouttures moins fréquentes; combustion plus complète; flamme plus blanche; facilité de réglage de la flamme, possibilité d'abaisser le bec et d'avoir de la lumière directe dans tous les coins du compartiment; réflecteur d'une seule pièce, de forme rationnelle.

Inconvénients : Emploi d'une cheminée; temps d'allumage un peu plus long, nombreux personnel lampiste; coût assez élevé.

La lampe à bec rond est employée depuis longtemps par la plupart des Compagnies, mais ce n'est qu'en 1877 que l'on a vu apparaître les modèles les plus perfectionnés, ensuite des études vraiment scientifiques entreprises en premier lieu par le *Nord français*.

Cette Compagnie avait décidé d'améliorer considérablement l'éclairage de ses voitures de 1re classe, qui laissait à désirer. Les études entreprises ont été couronnées de succès et l'on peut dire que la lampe à bec rond de la Compagnie du Nord réunit d'une manière aussi complète que possible les conditions d'un bon éclairage à l'huile de colza.

La lampe consomme 30 à 35 grammes à l'heure pour une intensité de 0.7 carcel environ, y compris l'influence du réflecteur en argent de Berlin; cette lampe peut brûler toute son huile (durée de dix-huit à vingt heures), sans qu'on soit obligé de changer la mèche; pendant les douze premières heures, l'éclairage reste à peu près constant; pendant les dernières, la flamme s'abaisse de 1 centimètre environ. Les égouttures s'élèvent à 2 ou 3 grammes par heure.

La flamme est fixe et ne varie ni au repos ni en marche.

M. *Bricogne* introduisit un perfectionnement consistant à permettre de régler la lampe de l'extérieur à l'aide d'un pignon et d'une crémaillère.

Nous ne savons pas si cette modification a été adoptée par la suite.

Une fois l'élan donné, presque toutes les Compagnies françaises voulurent imiter la Compagnie du Nord, tout en bénéficiant des études entreprises par celle-ci.

Le *Paris-Lyon-Méditerranée* chargea M. *Luchaire* de construire une lampe à durée plus longue, résultat auquel il arriva aisément en augmentant le réservoir. Au point de vue d'une meilleure répartition de la lumière, le réflecteur employé fut plus aplati que celui de la Compagnie du Nord.

Enfin, l'*Orléans* fit, avec succès, des essais à l'aide d'une lampe à bec rond présentée par M. *Gillet*.

En Allemagne, certaines Compagnies ont combiné des lampes à bec rond servant également à la ventilation du compartiment.

D'autres chemins de fer, notamment celui de *Riga à Mitau*, échauffent en partie l'huile des réservoirs au moyen de la chaleur perdue par la flamme, afin d'éviter les congélations.

La plupart des Compagnies placent la lampe au centre du compartiment, ce qui facilite la manutention des lampes de l'extérieur, donne une meilleure répartition de la lumière et ne blesse pas la vue des voyageurs.

Cependant, dans certaines conditions de froid rigoureux habituel, le danger couru par le personnel qui doit circuler au-dessus des toitures a engagé à placer le luminaire dans les parois latérales.

On agit de même généralement dans le cas de voitures à étages superposés.

Presque toujours, les voitures de première classe ont une lampe par compartiment. Seules en France, la *Compagnie d'Orléans* et la *Compagnie du Midi* en placent deux dans le sens du plus grand axe du compartiment.

Suivant les types de voitures, on place dans les voitures de 2e et de 3e classe une lanterne par compartiment, ou une lanterne dans la cloison pour éclairer deux compartiments à la fois. Avec la transformation du matériel, ce dernier mode d'éclairage tend à disparaître.

III. — Huile minérale.

C'est généralement l'huile de pétrole, rectifiée pour ne produire l'inflammabilité des vapeurs qu'à une certaine température, qui est employée. On a aussi fait usage en Amérique de lampes ordinaires alimentées par ce qu'on appelle les essences minérales; on s'en servait dans des lampes placées le long des parois au-dessus de la tête des voyageurs. Mais on a dû renoncer à l'emploi de ces essences, dont les vapeurs volatiles à la température ordinaire présentent un danger incessant. Le pétrole proprement dit, à haut degré d'inflammabilité, a été également employé dans les sleeping-cars et dans les bureaux ambulants au

moyen de lampes portatives. On a reproché à ce mode d'emploi d'exiger personnel relativement nombreux.

Les avantages du pétrole sont de donner une flamme blanche très éclairante relativement bon marché, suivant les droits d'entrée imposés par les divers pay

Les inconvénients consistent dans la difficulté de rendre cette flamme stab dans la volatilité de la matière et dans la nécessité d'employer une cheminée.

On a encore reproché au pétrole d'être dangereux et, en cas de collision, pouvoir être une cause d'incendie. A cela, on a répondu avec beaucoup de rais que le choc produit aurait pour premier effet d'éteindre toutes les flammes, ce diminuerait singulièrement le danger. On peut du reste y parer complètement p l'emploi de pétrole ne s'enflammant qu'à une température de 70° et au delà.

La disposition habituelle des lanternes de voitures oblige à placer le réserv assez près de la flamme; or, comme la flamme des huiles minérales est pl chaude que celle des huiles végétales, il y a élévation de température dans réservoir et, par conséquent, augmentation du mouvement ascensionnel du liqui au bec et tendance à production d'une flamme fuligineuse au bout d'un cert temps d'allumage.

C'est le *Great Northern Railway* qui, le premier en Angleterre, fit l'ess d'une lampe à pétrole pour voitures, du système *Shallis* et *Thomas*, pouva s'adapter à la place de la lampe à l'huile végétale.

Le porte-mèche est horizontal, la mèche peut se régler de l'intérieur ou de l'ext rieur de la voiture. La flamme s'étale horizontalement en se relevant légèreme vers le bord sous l'influence du courant d'air qui passe auparavant par une sér de chicanes en fer-blanc perforé. La lumière est régulière et assez blanche.

Un inconvénient de cette lampe est de ne pas émettre uniformément la lumiè dans le compartiment. Le côté du porte-mèche reste relativement dans l'ombre.

La *Compagnie d'Orléans* a modifié le réflecteur en donnant à celui-ci profil en arc d'ellipse beaucoup mieux approprié au point de vue de la répartiti de la lumière.

De plus, on ajouta au réservoir quatre petits tubes de sûreté pour l'évacuati des vapeurs de pétrole, de manière à éviter tout danger en cas d'échauffem accidentel.

La Compagnie d'Orléans faisait usage d'un pétrole lourd, ne s'enflammant q plus de 120°. La capacité du réservoir des lampes permet un éclairage de d à quatorze heures. L'intensité est assez difficile à déterminer, car tous les poi du compartiment sont pour ainsi dire éclairés par réflexion.

Dans tous les cas, sur les lignes de l'Orléans, on a maintenu les deux lampes par compartiment.

On reproche aux lampes de Shallis et Thomas de ne pas émettre uniformément la lumière dans tous les sens.

De plus, les réservoirs s'échauffent jusqu'à 50 à 60° c. au bout d'un certain temps. L'huile alors passe plus vite au bec et la flamme devient fuligineuse, de sorte qu'il faut la régler de nouveau. La lanterne en elle-même est assez compliquée et demande un grand entretien.

La lampe *Silber* et *Fleeming*, essayée également sur quelques chemins de fer, notamment en Angleterre et en Belgique, tient beaucoup de la lampe Shallis et Thomas. Elle n'en diffère que par certains détails qui ont eu pour objet de perfectionner l'appareil. D'après les essais faits sur les *chemins de fer de l'État belge*, elle serait inférieure à la lampe Shallis comme quantité de lumière, mais supérieure au point de vue de l'échauffement moindre de l'huile des réservoirs.

En résumé, ces lampes n'arrivent à se passer de la cheminée en verre des becs ordinaires qu'à l'aide d'une complication d'organes sujets à détérioration.

La *Compagnie de l'Ouest* en France, après des essais très sérieux, a renoncé définitivement à la lampe Shallis et Thomas.

Le *Great Northern*, le *Great Eastern* et le *Midland*, en Angleterre, ont fait des essais de la lampe Silber et Fleeming; nous ne connaissons pas les résultats obtenus par ces Compagnies.

La lampe *Lafaurie* et *Potel* à bec circulaire à flamme horizontale peut brûler de l'huile végétale, ainsi que de l'huile minérale.

Le réservoir, en forme de couronne, se trouve à un niveau inférieur à celui de la flamme, et il y a arrivée d'air à la fois par le dessous et par le dessus d'un bec rond ordinaire.

Le courant d'air venant de la partie supérieure oblige la flamme à s'étaler horizontalement, de sorte qu'il ne faut pas de cheminée.

La lanterne entre dans les baies de dimensions ordinaires.

La *Compagnie de l'Ouest* a entrepris des essais à l'aide de cet appareil sans que les résultats obtenus soient jusqu'ici parvenus à notre connaissance.

L'*État belge* a également fait étudier une lampe à pétrole qu'il a adoptée, après essais, pour l'éclairage des voitures entrant dans la composition des trains-tramways. Comme la description de cette lampe n'a pas encore été publiée, nous nous y arrêterons un moment.

Il s'agissait de faire usage de pétrole ordinaire, dont le point d'inflammabilité des vapeurs n'est que de 24° Celsius.

Lanterne à pétrole pour voiture. Écr. : 1/10.

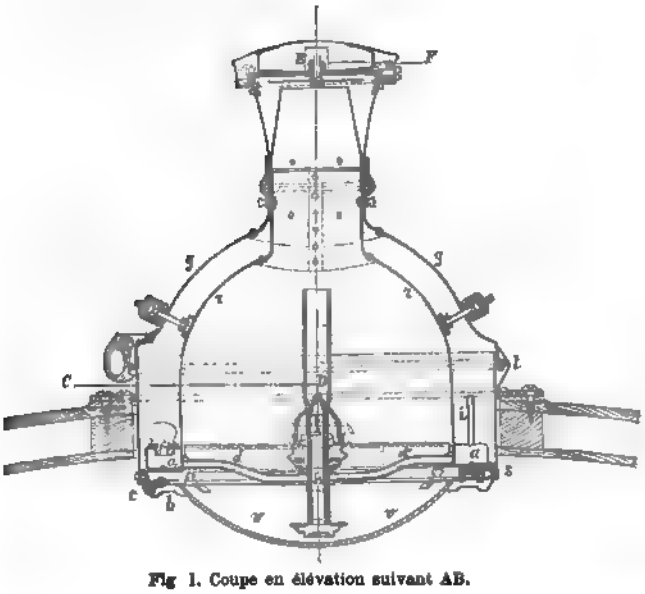


Fig. 1. Coupe en élévation suivant AB.

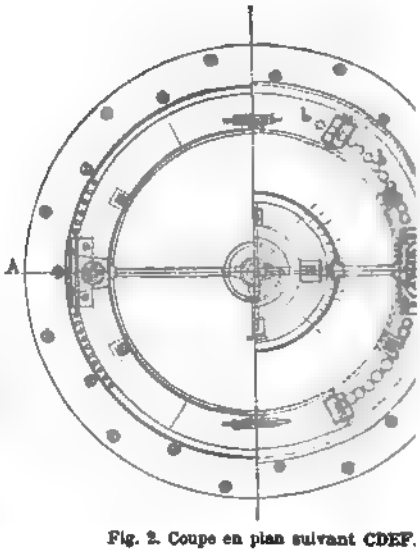


Fig. 2. Coupe en plan suivant CDEF.

Le réservoir d'huile a la forme d'un anneau circulaire *aa* (voir fig. 1), sur lequel viennent se [illegible] deux tubes *ll*, [illegible]

Une deuxième particularité de cette lanterne consiste en ce que le réflecteur *rr*, d'assez grand diamètre, afin de rejeter uniformément la lumière dans tout le compartiment, fait corps avec le couvercle *gg*, et peut basculer avec celui-ci autour de la charnière *t*. La tête, qui présente aussi une disposition spéciale, se monte à baïonnette sur le couvercle de la lanterne, de manière à permettre un nettoyage complet et facile de toutes ses parties.

La consommation horaire de cette lanterne est de 35 grammes et son pouvoir éclairant de 1 carcel environ en marche; la flamme est blanche et parfaitement stable, sans tendance à monter.

Les essais ont donné de bons résultats.

L'État belge a 400 lanternes de ce modèle en service dans ses trains légers.

Pour les voitures ordinaires, on rend la verrine fixe en supprimant la charnière et la serrure; l'allumage se fait alors par l'extérieur, comme dans les lanternes à l'huile.

IV. — Air carburé.

Il s'agit du système *Westinghouse* essayé sur le *London Brighton and South Coast Railway*. Disposant d'une réserve d'air comprimé par l'application de son frein, M. Westinghouse eut l'idée de faire passer cet air sur un hydrocarbure volatile pour arriver à former un mélange brûlant au contact de l'air, sous forme de gaz. En sortant des réservoirs du frein, l'air passait par un régulateur de pression, se chargeait ensuite de vapeurs d'hydrocarbures dans un carburateur, et venait brûler au bec disposé comme dans les lanternes à gaz ordinaire.

Le système a été abandonné à cause des dangers de l'emploi des huiles volatiles et de la difficulté de régler la flamme.

V. — Gaz ordinaire.

C'est en Angleterre, sur le *chemin de fer métropolitain*, qu'on en fit l'application pour la première fois. On brûlait du gaz ordinaire contenu dans des outres placées sur l'impériale des voitures; la pression nécessaire pour amener le gaz au bec était obtenue par un système de planches venant peser sur les réservoirs en caoutchouc et forçant le gaz à s'échapper. On remplissait ceux-ci aux extrémités de la ligne, à la pression ordinaire des villes. Le *Pensylvania Railroad* fit application également d'un système similaire.

VI. — Gaz ordinaire carburé.

L'inconvénient principal du gaz ordinaire résidait dans son faible pouvoir éclairant et dans la minime quantité de gaz emmagasinée. On chercha à y porter remède en carburant le gaz à l'aide d'huiles volatiles, sur les voitures mêmes, et en le comprimant dans des réservoirs portés par les véhicules du train.

Comme nous le verrons plus loin, le principal inconvénient du gaz d'huile est son prix élevé et la difficulté d'arriver à une fabrication journalière uniforme, car le moindre abaissement de température ou le plus petit coup de feu amène une différence dans le pouvoir éclairant du gaz.

De plus, l'installation d'usines dans des stations où le terrain est souvent rare et toujours d'un prix fort élevé, a fait rechercher la possibilité d'employer, pour l'éclairage, le gaz ordinaire de houille que l'on trouve sur tout réseau, dans chaque ville, même d'importance médiocre.

L'avantage d'un ravitaillement facile et l'économie sont les plus grands arguments en faveur de ce procédé.

Bien entendu, il ne s'agit pas de brûler le gaz tel qu'il provient de l'usine. Il faut au préalable le rendre comparable au gaz riche en augmentant son pouvoir éclairant. *Riedinger*, en Allemagne, et quelques autres ont essayé à cet effet la gazoline et d'autres huiles volatiles remplissant des réservoirs carburateurs placés à poste fixe sur les véhicules. Le danger de manipulation de ces huiles, ainsi que le fait si connu d'une vaporisation variable avec la température et augmentant avec celle-ci, a fait retarder l'introduction de ce procédé, qui a donné cependant, paraît-il, dans quelques cas, d'assez bons résultats au point de vue de l'intensité de la lumière.

Pour parer à ces inconvénients et pour employer une substance tout à fait inoffensive, n'émettant point de vapeurs inflammables à la température ordinaire, les *chemins de fer de l'État belge* ont mis à l'essai un système de carburation à l'aide de la naphtaline, carbure solide, d'une manipulation facile, n'agissant qu'au moment de l'emploi de la lumière et restant inerte pendant le reste du temps.

Cette substance, insoluble dans l'eau froide, est sans action sur les réactifs colorés; c'est, de plus, un antiseptique puissant. Fondant à 79° c., elle peut facilement se couler en bâtons ou en petites sphères; ses vapeurs, seules, brûlent avec une flamme fuligineuse; mais mélangées avec une certaine proportion de gaz ordinaire, elles enrichissent la flamme et en augmentent considérablement le pouvoir éclairant.

La naphtaline ne se volatilisant que portée à une température déterminée, il

fallait combiner l'appareil de carburation de manière qu'il reçût une certaine quantité de chaleur.

De plus, il était important de pouvoir approprier les lanternes ordinaires et de rendre invisible l'appareil de carburation. C'est dans cet ordre d'idées que fut combinée la lanterne employée sur le chemin de fer de l'État belge.

Au-dessus du corps du réflecteur émaillé ordinairement employé pour réfléchir la lumière, est placé un récipient percé d'une ouverture centrale formant cheminée; ce réservoir reçoit la matière carburante par une ouverture fermée en temps ordinaire au moyen d'un bouchon fileté.

Le gaz pénètre directement par la partie supérieure du récipient, se charge de vapeurs de naphtaline, puis se rend au bec en passant par la cheminée centrale, après s'être préalablement enrichi. Chaque appareil possède les dimensions calculées, de manière que le gaz passant par le carburateur reçoive la quantité de vapeurs de naphtaline qui convient à son maximum de pouvoir éclairant.

L'inconvénient de ce système est d'exiger l'emploi d'une capsule basculante, puisqu'on ne peut plus assurer le nettoyage de la coupe par l'extérieur, à cause de la présence du carburateur. Bien entendu, cette capsule se ferme à l'aide d'une serrure à clef spéciale, pour que les voyageurs ne puissent arriver à la flamme. L'avantage réside dans le bas prix de revient du bec-heure et dans le grand pouvoir éclairant donné au gaz.

Pour une consommation de 45 litres de gaz carburé par 2 grammes de naphtaline, le pouvoir éclairant moyen est de 0.80 carcel. Pour une consommation de 55 litres, il s'élève à 1.1 carcel.

En service, le rechargement des carburateurs se fait en moyenne une fois par mois, par une charge de 400 grammes de naphtaline.

Le prix de revient du foyer-heure d'éclairage par le gaz carburé a été établi comme suit :

Prix initial du gaz ordinaire non comprimé.	fr.	0.115
Frais de compression, y compris l'amortissement		0.065
Total. . .	fr.	0.180
Valeur du sous-produit (benzine) : 0k08 à fr. 0.50	fr.	0.040
Prix de revient net. . .	fr.	0.140

La dépense horaire est, par suite :

55 litres de gaz à fr. 0.14 le mètre cube	fr.	0.0077
2 grammes de naphtaline à fr. 0.25 le kilogramme		0.0005
Total. . .	fr.	0.0082

On juge par ces chiffres de l'économie du système.

Les inconvénients résident, comme nous l'avons vu, dans la nécessité d'av[illegible]oir une capsule basculante et dans l'obligation de remplir les réservoirs à dates fix[illegible]s.

Le premier inconvénient n'est que relatif, puisque certaines Compagn[illegible]es emploient de préférence la capsule basculante, pour pouvoir allumer de l'in[illegible]é rieur; le second n'est pas un obstacle bien sérieux, puisque le remplissage [illegible]e 400 grammes de naphtaline assure un éclairage de plus de 200 heures, soit pl[illegible]s de quinze jours, en supposant que la lanterne brûle continuellement pendant dou[illegible] heures par jour.

Un des avantages de ce système consiste dans la suppression des usines à g[illegible] et dans la possibilité d'établir à peu de frais, dans presque toutes les villes d[illegible] passage, des points de ravitaillement, par le placement de simples compresseur[illegible]

On pourrait objecter que le débit du bec est trop élevé. Mais il ne faut pas perd[illegible] de vue que, dans le cas présent, l'on a voulu arriver à un pouvoir éclairant d[illegible] plus de 1 carcel et qu'il y a possibilité d'obtenir un éclairage encore très satisfa[illegible]sant en réduisant le débit à 35 ou 40 litres. De plus, comme il n'y pas à craindre [illegible] dans ce système, l'influence de la compression sur la richesse du gaz emmagasin[illegible] rien ne s'oppose à ce que l'on comprime le gaz à 15, 20 ou 30 atmosphère[illegible] puisque le pouvoir éclairant provient, non du gaz lui-même, mais bien de la car[illegible]buration. Il suffit donc d'augmenter l'épaisseur des tôles des réservoirs pou[illegible] arriver à disposer d'un plus grand nombre d'heures d'éclairage.

Les chemins de fer de l'État belge ont, après essais, monté plusieurs rame[illegible] qui sont actuellement en service journalier.

[illegible]

Mais ce n'est qu'en 1863 que le projet reçut, sous le nom de système *Cambrelin*, une application en grand, sur le réseau des *chemins de fer de l'État belge.*

Le gaz utilisé provenait de la distillation du boghead ; il était comprimé à 10 ou 12 atmosphères dans deux cylindres, communiquant entre eux, établis dans le fourgon. On employait un régulateur à membrane pour réduire la pression à la sortie des réservoirs.

Pour éviter les extinctions lors des arrêts et régulariser la pression dans toute la conduite, on faisait usage d'un ou de plusieurs réservoirs de queue de convoi, qui consistaient en des espèces de sacs de freins à vide. Depuis plusieurs années, sur le réseau de l'État belge, le gaz est obtenu par la distillation d'huiles de paraffine et de résidus de pétrole, et l'on ne fait plus usage de boghead.

Les *chemins de fer de la haute Italie* adoptèrent un système analogue en 1871. Le gaz d'huile, d'une richesse remarquable, était également enfermé dans des réservoirs placés dans les fourgons.

Ce qu'on reproche à la distribution continue, c'est que l'emmagasinement total est trop faible pour les longs parcours et que le système exige des fourgons spéciaux et le placement de tuyauterie à tous les véhicules entrant dans la composition du train. On redoute également le vacillement de la flamme, par suite du ballottement des boyaux flexibles, et les fuites aux raccords. En cas de rupture d'un joint, tout le train s'éteint par suite de la perte de gaz.

Ajoutons que ces inconvénients sont plus apparents que réels, et qu'en pratique ils ne se produisent guère. Pour ce qui concerne l'approvisionnement, deux réservoirs de 1,250 litres chacun, à 10 atmosphères, donnent 25 mètres cubes de gaz ; pour 30 lanternes en service (composition moyenne des trains) et 40 litres de consommation horaire, la période d'éclairage n'est donc pas inférieure à vingt heures. Le service est établi en Belgique de manière à rester toujours beaucoup en dessous de cette limite.

Le véritable inconvénient du système réside dans la difficulté du retrait ou de l'ajoute de véhicules en cours de route. Dans ce cas, on est exposé à des extinctions passagères, si l'opération dure plus de six ou sept minutes, temps nécessaire au dégonflement des réservoirs de queue de convoi.

Maintenant, presque toutes les Compagnies ont adopté le réservoir par véhicule, ce qui rend la voiture indépendante et, par conséquent, permet de satisfaire à toutes les exigences du service de l'exploitation.

Les systèmes *Pintsch*, *Popp*, *Riedinger*, sont trop connus pour que nous en donnions une description.

En 1873 déjà, le gaz *Pintsch* était employé sur les *chemins de fer de basse Silésie et de la Marche*, en Prusse. On sait quelle extension ce système a pris par la suite dans presque tous les pays.

Les régulateurs employés procèdent tous de celui imaginé pour la première fois par M. *Hugon*; ils n'en diffèrent que par la disposition des organes et perfectionnements de détail.

Nous résumons dans le tableau suivant les avantages et les inconvénients de l'éclairage au gaz riche par le système continu et par le système comprenant des réservoirs séparés.

SYSTÈME CONTINU.		SYSTÈME PAR RÉSERVOIRS SÉPARÉS.	
AVANTAGES.	INCONVÉNIENTS.	AVANTAGES.	INCONVÉNIENTS.
Économie d'après [illegible] ration des véhicules. Minimum de dépense de réservoirs.	Impossibilité d'intercaler une voiture [illegible] gaz dans un train muni d'un autre mode d'éclairage. Accouplement supplémentaire à ajouter à celui des freins et des intercommunications. Nécessité d'un réservoir de quantité de convoi pour éviter les extinctions partielles lors de l'accouplement, retrait d'un véhicule, voitures étrangères, boxes, etc.	Fermeture [illegible] du train, et possibilité d'intercaler des voitures éclairées par tout autre système. Possibilité d'intercaler dans un train quelconque une voiture éclairée au gaz. Probabilité de fuites moindre	Approvisionnement des [illegible] coûteux. [illegible] dépenses de [illegible]rs.
Extinction de tous les brûleurs par un seul robinet placé à portée du chef de train. Vidange [illegible] plus rapide. Facilité d'extinction après la sortie du dernier tunnel. Réservoirs et appareils plus accessibles pour la vérification du chargement du train. Visite plus rapide du train	Accident possible à l'accouplement et production de fuites [illegible] peuvent [illegible] l'extinction totale du train. En cas d'avaries au fourgon avec rebut de celui-ci [illegible] dans un autre fourgon [illegible], arrêt [illegible] des boyaux dans les manœuvres. Fuites aux joints des accouplements et aux réservoirs le [illegible]. Extinction [illegible] dans le pouvoir éclairant de tout le train lors de fuite à un [illegible] générale. Les rapprochements des voitures, leur ébranlement et les secousses se font sentir sur les boyaux d'accouplement et peuvent produire un vacillation dans la flamme. Nécessité de [illegible] d'un tuyau de [illegible] pour le gaz au grand nombre de véhicules entrant dans la composition des trains de voyageurs.	Diminution dans le travail de [illegible] du train au point de vue de la liaison de véhicules.	Augmentation du [illegible] mort. Entretien plus coûteux. Main-d'œuvre plus [illegible] pour l'extinction des [illegible]. Augmentation de la [illegible] de chargement du train [illegible] de deux opérations [illegible] de chargement. Allongement [illegible] de deux agents [illegible] mandeur, [illegible] proc[illegible] à l'allumage pre[illegible]. Visite plus longue du train.

Notons ici que l'administration des chemins de fer de l'État belge avait cherché à combiner les deux systèmes, en mettant des réservoirs séparés sous chaque véhicule, tout en maintenant la continuité et l'emploi des réservoirs dans le fourgon. Cette disposition augmentait considérablement le nombre d'heures d'éclairage et la facilité de chargement, car une conduite générale reliait entre eux tous les réservoirs. L'adoption du frein Westinghouse a fait renoncer à ce système, qui présentait certaine complication, surtout au point de vue de la tuyauterie supplémentaire capable de résister à la pression que l'on devait établir.

On peut résumer comme suit les avantages et les inconvénients de l'éclairage au gaz riche.

Avantages :

a) Propreté;

b) Diminution considérable du personnel lampiste;

c) Désencombrement des quais par l'absence des chariots portant les lampes;

d) Possibilité pour le voyageur de faire basse flamme, d'où économie;

e) Possibilité de reculer les lampisteries vers l'extrémité des gares, où le terrain est moins rare et meilleur marché.

Inconvénients :

a) Création d'usines spéciales de fabrication, d'installations mécaniques de compression; établissement de conduites sous pression et de bouches de chargement;

b) Difficulté dans la fabrication pour produire un gaz toujours uniforme;

c) Frais élevés pour l'appareillage du matériel;

d) Encrassement des conduites et variation du pouvoir éclairant, suivant la durée de l'emmagasinement du gaz;

e) Source de danger en cas d'accident;

f) Odeur souvent désagréable des bouches de chargement.

Le gaz riche provenant de la distillation des huiles étant d'un prix de revient assez élevé, on a cherché, par tous les moyens, d'arriver à réduire la consommation de gaz, tant pour diminuer le coût du foyer-heure que pour augmenter le parcours des véhicules portant leur approvisionnement de gaz. Dans ce but, le gaz, par sa nature même, se prêtant à des variations instantanées de débit, on a mis à la disposition des voyageurs des robinets avec inscription, dont la manœuvre amenait la flamme en veilleuse. Comme la plupart des voyageurs se contentaient

de couvrir la lampe d'un rideau sans tourner le bouton de mise en basse flamme, certaines Compagnies ont adopté un système de mise automatique en veilleuse, afin de réduire au minimum les dépenses d'éclairage des trains.

Divers systèmes ont été préconisés; nous citerons ceux de M. *De la Marre*, du Dr *Remy*, de M. *Gaillard*, de M. *Monnot*, tous basés sur le principe d'étrangler le passage du gaz avant son arrivée au bec, par un jeu de transmissions à l'aide d'engrenages, bielles ou crémaillères, du moment que l'on abaisse les rideaux pour cacher la lumière.

Le *Paris-Lyon-Méditerranée* a monté le système *Monnot* sur les voitures à grands parcours et a, paraît-il, constaté dans certains cas une économie d'environ 20 p. c. sur la consommation ordinaire sans robinet automatique.

Comme exemples d'éclairage par le gaz riche, il faut encore citer le système *Forster*, mis à l'essai aux États-Unis; il ne diffère du procédé *Pintsch* que par des détails dans la construction des fours et par la pompe de compression qui est rendue à double effet.

M. *William Sugg*, en Angleterre, a aussi préconisé un procédé mixte, en vue d'éviter l'installation coûteuse des fours de distillation. On utilisait 75 à 80 p. c. de gaz ordinaire, que l'on mélangeait à du gaz provenant de la distillation du pétrole, de manière à arriver à doubler le pouvoir éclairant du gaz courant. Des essais furent entrepris sur le *Great Northern*, mais aucune application en grand n'a jamais été pratiquée, probablement parce que le mélange des gaz devait se dissocier après sa compression, lors de l'emmagasinement dans les réservoirs.

[redacted]

DEUXIÈME PARTIE :

Littéra B

CHAUFFAGE DES TRAINS

PAR BELLEROCHE

INGÉNIEUR CHEF DE SERVICE AU CHEMIN DE FER GRAND CENTRAL BELGE

I

ANALYSE DES DOCUMENTS FOURNIS EN RÉPONSE A LA QUESTION.

La Compagnie des chemins de fer de l'Est français, l'Administration des chemins de fer de l'État belge et celle du chemin de fer Grand Central Belge, ont envoyé des notes concernant le chauffage des trains. Ces notes sont publiées dans le *Bulletin de la Commission internationale* (1).

La Compagnie de l'Est français avait déjà communiqué au Congrès de Bruxelles une note qui a été insérée dans le *Compte rendu général* de ce Congrès, pages VII-159 à VII-169. Sa nouvelle note ne présente comme fait nouveau que l'abandon des essais des chaufferettes Ancelin, à l'acétate de soude.

La note des chemins de fer de l'État belge donne la description de la chaufferette Radelet, dont 1,900 pièces étaient en service l'hiver 1886-1887, et fait ressortir les avantages et les inconvénients de ce système comparativement aux chaufferettes à eau chaude. Cette note rend aussi compte de l'état actuel des essais de chauffage au gaz et au pétrole.

La note du Grand Central Belge expose les résultats de ses essais de chauffage

(1) Voir le numéro de juillet, 1er fascicule du *Bulletin*, p. 330 et suiv.

à circulation continue d'eau chaude, lesquels sont sortis de la période des tâtonnements.

La caractéristique dominante des notes reçues est le chauffage par les pieds.

Cette donnée est insuffisante pour servir de base à l'analyse sommaire demandée par le règlement du Congrès.

Nous avons préféré nous appuyer sur les documents fournis par le *Compte rendu du Congrès de Bruxelles*, où la question s'est placée sur le terrain de l'amélioration des résultats obtenus, alors que jusqu'ici elle n'était guère sortie du terrain de la critique des moyens de réalisation.

Nous soumettons au Congrès un plan groupant les éléments de la question de façon à faciliter la discussion des points de détail après celle des idées générales, ainsi que l'échange des appréciations sur les résultats.

II

EXPOSÉ SOMMAIRE DES ÉLÉMENTS DE LA QUESTION.

Les documents que nous trouvons dans le *Compte rendu général du Congrès de Bruxelles* sont au nombre de trois, savoir :

A. Le compte rendu des discussions ;

B. Les désidérata adoptés;

C. Une note de la Compagnie des chemins de fer de l'Est français.

Nous y joignons un résumé, concernant la question, donné par les « Referate » de la réunion du Verein, en 1878, à Stuttgart.

A. — Compte rendu des discussions [1].

La discussion de la question du chauffage des trains a roulé sur le cubage et la ventilation des voitures à longs parcours dans les pays froids, sur la mise à la disposition des voyageurs des appareils de modération de la chaleur, sur le principe du chauffage par train ou par voiture, sur les désidérata auxquels un système de chauffage devrait satisfaire.

Elle a fait ressortir l'importance de l'uniformité de la température dans les compartiments, de l'égalité et de la constance de la température dans le train ainsi que l'influence du climat et des habitudes des voyageurs sur le choix d'une solution.

[1] Voir *Compte rendu général du Congrès de Bruxelles*, p. VII-31 à VII-37.

B. — Désidérata adoptés par le Congrès de Bruxelles [1].

a. — *Quantité minimum de chaleur fournie, répondant à une température de 10 degrés centigrades.*

Effet utile. — Cette donnée se rapporte à l'effet utile, c'est-à-dire à l'excès de la température moyenne intérieure sur la température extérieure.

Dosage de la production de la chaleur. — Pour un écart de + 10° à — 25° dans la température extérieure, l'effet utile varierait de 0° à 35°; les appareils de chauffage devraient débiter, à volonté, de 0 à près de 7,000 calories utiles, par heure, dans des voitures de cubage moyen.

Limite de variabilité en fonctionnement régulier. Modération de l'utilisation de la chaleur. — Les appareils des divers systèmes de chauffage employés n'ont généralement pas une élasticité de fonctionnement régulier et satisfaisant, entre de telles limites de variation dans la production de la chaleur; d'où nécessité de modérer son utilisation.

Modération à la portée des voyageurs. — L'emploi de modérateurs soulève la question de la mise des appareils à la portée ou hors de la portée des voyageurs.

En fait, les systèmes de chauffage se subdivisent en trois classes, à savoir :

1° Ceux que l'on monte de façon à obtenir un chauffage intensif de l'air des compartiments;

2° Ceux que l'on monte de façon à obtenir un chauffage tempéré;

3° Ceux dans lesquels le chauffage de l'air du compartiment n'est considéré que comme accessoire et n'est que restreint.

Chauffages intensifs. — Peuvent être rangés dans la première classe :

Le chauffage à la vapeur;
— aux briquettes;
— à l'air chaud;
— par poêles;
— à l'eau chaude.

Chauffages tempérés. — La deuxième classe comprend les chauffages à chauffe-

[1] Voir *Compte rendu général du Congrès de Bruxelles*, p. VII-132.

rettes fixes, à température plus ou moins uniforme et constante, placées sous les pieds des voyageurs.

Chauffages restreints. — Les chaufferettes mobiles, à température variable, forment la troisième classe.

Ces trois classes répondent, en pratique, à deux types généraux de chauffage :

Chauffage par l'air du compartiment. — Le premier embrasse les chauffages intensifs, dans lesquels on cherche à mettre les voyageurs, dans les compartiments, à peu près dans les mêmes conditions que dans un appartement, conformément au premier désidératum du Congrès de Bruxelles.

Écart entre la température intérieure et la température extérieure. — On peut reprocher, à l'exagération de l'écart entre la température extérieure et la température intérieure, le danger que présente le passage brusque de l'une à l'autre.

Chauffage par les pieds. — Le second type embrasse les modes de chauffage par lesquels on cherche à chauffer surtout les pieds des voyageurs.

Un membre du Congrès de Bruxelles a affirmé que les voyageurs des pays septentrionaux ont souvent fort à souffrir du froid en parcourant les pays méridionaux dans les voitures chauffées par chaufferettes mobiles ; l'ouvrage sur « le chauffage des voitures » de M. l'ingénieur en chef Regray [1], rappelé dans la note de la Compagnie des chemins de fer de l'Est français, fait, de la part des voyageurs des pays tempérés, le reproche inverse au chauffage à la vapeur, reproche qui s'étend à tous les chauffages intensifs lorsqu'ils ne sont pas bien

thèse générale, l'égalité de la température de la surface de chauffe de tous les appareils, et exige que les dimensions de ceux-ci soient en rapport avec le cubage des voitures dans lesquelles ils sont placés.

Multiplicité des foyers. — Dans les systèmes à foyers multiples, il faut que chacun d'eux ait et conserve la même allure, malgré les inégalités inévitables de qualité du combustible, de marche et de tirage du feu, de soins du personnel, et qu'il débite un nombre de calories déterminé. Plus le système comporte de foyers, moins il est facile d'obtenir l'égalité de la température, non pas même dans chaque voiture, mais dans les compartiments d'une même voiture.

Unité de foyer ou de source de chaleur. Vapeur et eau. Gaz et électricité. — Dans les systèmes à source de chaleur ou à foyer unique par train, un véhicule-calorifère (vapeur, eau) ou calorigène (gaz, électricité) circule dans une canalisation comprenant toute la longueur du train.

Dans l'état actuel de la question, l'électricité ne peut être mentionnée que pour mémoire.

Canalisation simple. — Si la canalisation est à simple conduite (vapeur, gaz), le véhicule perdant de sa tension au fur et à mesure qu'il s'éloigne de son point de départ et son débit devant varier avec la température extérieure, l'égalité du débit de calorique dans les appareils de chauffe est à la merci des appareils de modération [1].

Canalisation double. — Si la canalisation est à double conduite — aller et retour — (eau), les appareils de chauffe peuvent être en une pièce montée en dérivation, ou en deux pièces montées en tension, l'une sur la conduite de départ, l'autre sur la conduite de retour.

Montage en dérivation. — La première disposition est une conception purement théorique.

Montage en tension. Contrôle de l'effet obtenu. — La seconde disposition ne donne l'égalité que dans la moyenne des températures de la surface de chauffe des demi-appareils dans un compartiment, moyenne égale à la moyenne de températures limites, au départ et au retour; mais elle permet un contrôle constant de l'effet égal obtenu et donne la docilité la plus complète au chauffage.

(1) On évite en partie cette objection, au moins pour le chauffage au gaz, ainsi que l'interruption du chauffage et de l'éclairage pendant les manœuvres de décomposition des trains, en encadrant le train entre deux fourgons munis de réservoirs.

Docilité. — La docilité d'un système est caractérisée par la facilité conduite des appareils, par l'efficacité, la rapidité d'action et le contrôle de des moyens de dosage dans la production et de modération dans l'utilisat calorique dépensé en cours de route.

Climats variés. — Cette qualité acquiert de l'importance dans les trains lant sous des climats variés.

Uniformité. — Un appareil de chauffage émet la chaleur à peu près sous la forme de chaleur emportée par le contact de l'air et moitié sous la de chaleur rayonnée.

Chaleur par contact de l'air. — L'air échauffé au contact de l'appareil au plafond, en se dirigeant vers les ventilateurs et vers les joints supé aidant ainsi plus ou moins à la ventilation.

Chaleur rayonnée. — La chaleur rayonnée, dont l'intensité décroît a carré de la distance et avec l'obliquité des rayons, n'est utilisée directeme dans les systèmes à foyers ou à réservoirs de chaleur intérieurs; ceux-ci, à la hauteur du plancher, combattent plus ou moins efficacement le froid in par l'air que les joints inférieurs de la caisse laissent infiltrer.

Foyers et réservoirs de chaleur intérieurs. — Si le système ne compo de réservoir de chaleur à la hauteur du plancher, dans le compartiment, s les sources de chaleur n'y occupent qu'une partie restreinte de la largeu

c. — *Renouvellement ou ravitaillement de la source de chaleur sans incommodité pour les voyageurs, et à intervalles le plus longs possible (cinq heures au moins).*

Renouvellement. — D'après ce désidératum, ne seraient acceptables — en fait d'appareils à renouvellement ou chaufferettes mobiles — que les chaufferettes dont la durée serait assez longue pour supprimer la manutention en présence des voyageurs.

Il est à observer que la durée plus longue des chaufferettes sans eau (Ancelin, Radelet) ne diminue le nombre de leurs renouvellements proportionnellement à cette durée, que pour les trains dont le temps de parcours est très long.

Il arrive souvent que la durée des parcours et celle des repos sont telles que le nombre de chaufferettes et le nombre de gares de renouvellement diffèrent peu ou point pour les chaufferettes sans eau et pour celles à eau.

Ravitaillement. *Foyers accessibles en cours de route.* — Le ravitaillement est une sujétion des appareils à foyers, qui doit être réglée sur le service des trains, sauf pour les foyers accessibles en cours de route.

d. — *Ventilation suffisante du compartiment assurée par le système de chauffage.*

Ventilation. — Il y a une distinction à établir entre l'aération par ventilation ou par l'appel uniforme et continu d'air frais et l'aération par le renouvellement complet et périodique de l'air d'une voiture.

Aération périodique. — La nécessité de la ventilation croît avec le défaut d'aération périodique.

Type des voitures. Ouverture des portières. — Cette dernière circonstance est intimement liée au choix du type de voitures ainsi qu'à la condition de la fréquence de l'ouverture des portières.

Ouverture des châssis de glace. — Dans le matériel à compartiments ordinaires, le ventilateur le plus efficace est le châssis de glace; malheureusement, l'ouverture des châssis présente des inconvénients pour les personnes qui se trouvent à leur proximité, assises dans le sens de la marche du train, inconvénients aggravés par les intempéries, le mauvais état de santé des voyageurs, et qui amènent des froissements entre compagnons de route.

Altération de l'air par l'appareil de chauffage. — Il est donc rationnel de tâcher de trouver dans les mouvements que le chauffage imprime à l'air une solution ou au moins un adjuvant de la ventilation, d'autant plus que le chauffage même exige un accroissement dans la puissance de la ventilation, par l'occlusion des parois qu'il demande pour être efficace et par la présence de l'appareil de chauffage, qui lui-même est souvent une cause d'altération de l'air.

Mais, d'un autre côté, la suppression du chauffage ne doit pas entraîner celle de la ventilation et la ventilation ne doit pas contrarier le chauffage.

Refroidissement des voitures en été. — En été, on demandera à la ventilation d'assister le refroidissement de la voiture, ou on demandera la ventilation à un système de refroidissement, problème qui ne tardera pas à s'imposer.

L'appel d'air extérieur, l'évacuation de l'air intérieur vicié, n'ont été, jusqu'ici, provoqués au moyen du mode de chauffage que par l'emploi combiné de ventilateurs-modérateurs et des appareils à air chaud ou des poêles. L'effet de ces dispositifs ne paraît pas fort efficace.

e. — *Indépendance des voitures, dans la mesure du possible, pour le chauffage et l'éclairage, chaque véhicule portant les approvisionnements qui lui sont nécessaires.*

Indépendance des voitures. *Discontinuité. Indépendance des appareils.* — Au point de vue de désidérata à poser, les appareils discontinus, fixes, sont incontestablement supérieurs aux appareils continus et les appareils indépendants

[redacted]

trains. — Les systèmes continus sont l'objet d'autres critiques sérieuses, basées sur les convenances du service des gares et des trains, sur les conséquences de la rupture d'un tuyau d'accouplement, sur l'emploi même de la vapeur ou de l'eau comme véhicule de la chaleur et sur la pression motrice nécessaire à leur circulation, enfin sur l'emploi de la locomotive ou sur la présence d'une chaudière supplémentaire dans les trains d'une certaine longueur.

Matériel assimilé aux voitures. Matériel étranger. — Les systèmes continus exigent l'appropriation d'une certaine partie, si pas de la totalité du matériel assimilé aux voitures et le montage des appareils, au moins des conduites, à un certain nombre de véhicules étrangers qui doivent être spécialisés.

Importance relative des divers désidérata. — La question, au fond, est d'apprécier l'importance relative de ce dernier désidératum par rapport aux précédents, classés en première ligne.

A savoir s'il ressort de l'expérience actuelle que l'un des deux genres — continu ou discontinu — de chauffage est mieux à même de répondre aux désidérata *a*, *b*, *c*, *d*, adoptés par le Congrès de Bruxelles; et si les inconvénients que la continuité implique peuvent être acceptés en pratique normale.

Application complète ou partielle de la continuité. — Enfin à savoir si les avantages à retirer de l'adoption complète ou partielle d'un système plus parfait — en supposant la supériorité des systèmes continus — sont de nature à entraîner l'acceptation de ses inconvénients.

C. — Note de la Compagnie des chemins de fer de l'État français.

Modérabilité. — Cette note donne la description de l'appareil thermo-siphon étudié avec un grand esprit de suite et de méthode par la Compagnie et appliqué à un certain nombre de voitures, ainsi que les résultats très satisfaisants obtenus par l'emploi de moyens de modération qui y ont été ajoutés.

Ventilation. Chauffage des pieds. — La note fait aussi ressortir, au sujet du désidératum de la ventilation par l'appareil de chauffage, qu'en pratique, l'ouverture partielle des châssis de glace semble constituer, au moins dans les climats tempérés, une solution suffisante. Elle propose le désidératum du chauffage par les pieds.

Prix de revient. — Un autre côté de la question, le prix de revient, y est

mis en évidence par la comparaison entre le coût de l'heure-voiture des chauffages par chaufferettes mobiles et celui par thermo-siphon.

Soient deux voitures munies d'appareils de chauffage du même système, roulant chacune pendant huit heures, d'une façon à peu près continue, mais parcourant, l'une, dans un train ordinaire, 240 kilomètres, l'autre, 480 en express; le prix de revient du chauffage, à frais identiques, sera estimé du simple au double avec l'unité voiture-kilomètre, et par une même valeur, la vraie, dans le cas présent, avec l'unité heure-voiture.

Voiture-kilomètre. Heure-voiture. — Si, le lendemain, les deux mêmes voitures sont en service pendant quinze heures, l'une roulant douze heures en quatre voyages de trois heures, espacés de repos d'une heure, l'autre roulant quatorze heures, avec une heure de repos, le prix de revient de l'heure-voiture donnera un écart de 12 à 14, alors que les frais auront été identiques par jour-voiture.

Jour-voiture. — Ces désaccords s'accentuent lorsque l'on compare entre eux des systèmes de chauffage différents; l'exemple des deux systèmes employés par la Compagnie de l'Est est frappant :

	A Thermo-siphon.	B Chaufferettes.	A/B Rapport.
Heure-voiture.	0fr.1805	0fr.2731	0.66
Jour-voiture	2 fr. 18 c.	0fr. 931	2.33

Ces considérations font ressortir l'utilité d'une entente sur le choix d'une unité pour la classification des divers systèmes de chauffage au point de vue économique.

donne que des résultats incomplets n'est qu'une dépense faite en pure perte, tandis que les dépenses faites pour assurer la sécurité et le confort sont un bon placement lorsqu'elles atteignent leur but.

Extrait des « Referate » de la réunion du Verein, à Stuttgart, en 1878.

Chauffage à la vapeur. — Les principaux systèmes de chauffage employés sont caractérisés comme suit :

D'après les plus récentes expériences, le chauffage à la vapeur permet un réglage facile et donne une chaleur uniforme dans les compartiments. Le service des appareils est simple et les frais sont peu élevés, au moins avec l'utilisation de la locomotive. La sécurité est complète au point de vue des incendies. On cite comme inconvénients la destruction rapide des tuyaux de raccord en caoutchouc et l'empêchement de la circulation des voitures sur les lignes qui n'ont pas adopté ce mode de chauffage.

Chauffage aux briquettes. — Le chauffage aux briquettes, qui est le plus répandu, offre, il est vrai, l'avantage d'un chauffage indépendant de chaque voiture, alors que les frais de premier établissement sont moindres que pour le chauffage à la vapeur; mais, par contre, le réglage de la chaleur est plus difficile à établir, les frais sont plus élevés et le danger d'incendie n'est pas facile à écarter. En outre, l'effet obtenu dépend essentiellement de la qualité du combustible.

Chauffage à l'air chaud. — Les avis émis au sujet du chauffage à l'air chaud sont généralement favorables; ce mode de chauffage amène constamment de l'air frais et donne une chaleur très régulière, pas trop élevée et plus facile à régler qu'avec le chauffage aux briquettes. Il ne met pas absolument à l'abri des chances d'incendie.

Chauffage par poêles. — Le chauffage au moyen de poêles est beaucoup employé dans les voitures de troisième et quatrième classes, à cause de sa simplicité, mais il offre peu de sécurité et chauffe d'une façon très inégale.

Chaufferettes mobiles. — Les chaufferettes à eau chaude, qui ne sont employées que par un nombre restreint d'Administrations, sont un mode de chauffage très imparfait, dont les résultats sont hors de proportion avec les frais; elles présentent l'avantage de la sécurité.

Conclusion. — Il résulte de ce qui précède que l'on emploie les systèmes de chauffage les plus divers et qu'aucun d'eux n'a donné des résultats tels que l'emploi général puisse en être recommandé.

Résumé.

Droit au chauffage. Climat. Longueur des parcours. — Le progrès le plus important obtenu dans la question du chauffage des trains, est la reconnaissance du droit au chauffage en faveur des voyageurs de toutes classes, tout au moins lorsque le climat et la longueur des parcours l'exigent.

Désidérata sur les résultats. Chauffage des compartiments. Chauffage des pieds. — Tant qu'il ne s'agit que de formuler des désidérata, l'entente est facile; cependant, les documents du Congrès fournissent les éléments d'une division, en deux partis, des personnes qui se sont fait une opinion dans la question : le parti du chauffage par l'air des compartiments et le parti du chauffage par les pieds.

Moyens de réalisation. — C'est surtout quand on passe à l'application qu'apparaissent les divergences qui naissent de l'importance accordée aux critiques auxquelles sont soumis les moyens de réalisation, soit en tant que moyens, soit à cause de l'imperfection des résultats.

Emploi simultané de diverses solutions dans une même exploitation. — Cette application se produit sous les formes les plus diverses, même dans une exploitation unique : cette variété caractérise l'état de la question et les difficultés qu'elle comporte.

Facteurs qui interviennent dans le choix d'une solution. — Les facteurs qui interviennent sont, en effet, trop nombreux et disparates.

Il faut tenir compte du climat, des habitudes et du tempérament des voyageurs;

- **2. Les types de voitures.**
  - A portières latérales.
  - Sans portières latérales
    - à compartiments.
    - sans compartiments.

- **3. Le service des trains.**
  - Nombre de voitures.
    - constant.
    - variable
  - Longueur des parcours.
  - Longueur des arrêts.
  - Longueur des repos.
  - Parcours sous climats variés.
  - Trains mixtes.
  - Trains ordinaires, à arrêts fréquents.
  - Trains express.
  - Trains de luxe.
  - Trains à échange de matériel.
  - Trains circulant sur des lignes étrangères.

B. Le choix de la solution :

1. L'importance relative des divers désidérata adoptés par le Congrès de Bruxelles.

2. Classement par systèmes.

- **Le type de chauffage.**
  - Chauffage des compartiments.
  - Chauffage des pieds.
- **Le genre de solution.**
  - Chauffages continus
    - à simple canalisation
      - avec foyers.
      - sans foyers.
    - à double canalisation.
  - Chauffages discontinus
    - à appareils amovibles.
    - à appareils fixes
      - à foyer unique.
      - à foyers multiples.
- Emploi simultané de diverses solutions.

3. Classement par espèces.

- **A débit fixe** . . . . . Chaufferettes mobiles.
- **Dosage direct du combustible avec modération**
  - par compartiment.
    - Par le tirage . . . . . Chauffage aux briquettes.
    - Par le débit du véhicule de chaleur Chauffage au gaz.
  - par voiture.
    - Par le tirage . . . . . Chauffage par poêles.
    - Par le tirage et par le débit du véhicule de chaleur . . . . Chauffage à circulation d'eau chaude. Chauffage à l'air chaud.
- **Dosage du véhicule de chaleur avec modération**
  - par compartiment.
    - Par variation de la surface de chauffe. . . . . Divers modes d'application du chauffage à la vapeur.
    - Par le débit du véhicule de chaleur
    - Par isolement de l'appareil . .
  - par train avec contrôle de l'effet obtenu . . . Chauffage continu à l'eau chaude.

C. Les résultats :

1. L'effet utile.
- **Écart entre les températures intérieure et extérieure.**
- **Limites de variabilité de l'effet utile.**
- **Contrôle de l'effet obtenu.**
- **Constance de la température.**
- **Température dans les divers compartiments du train à différents moments.**
- **Efficacité des moyens de dosage.**
- **Efficacité des moyens de modération.**
- **Possibilité de modération en cours de route.**
- **Modération à la portée des voyageurs.**
- **Répartition de la chaleur dans le compartiment.**
- **Ventilation.**
- **Influence de l'ouverture des portières.**
- **Influence des stationnements.**
- **Influence des phénomènes atmosphériques.**

2. Le fonctionnement des appareils.
- Irrégularités et ratés.
  - Causes.
    - Construction et entretien de l'appareil.
    - Causes extérieures.
    - Qualité du combustible.
    - Négligence des agents
      - mise en train.
      - cours de route.
      - mise hors train.
  - Conséquences.
  - Fréquence.
- Inconvénients en service.
  - Dangers d'incendie.
  - Altération de l'air.
  - Gêne dans la formation des trains.
  - Gêne dans les gares.
  - Gêne pour les voyageurs.

3. Le prix de revient. (*Suite.*)	Frais.	Entretien. Main-d'œuvre. Combustible.
	Charges.	Intérêt du capital engagé Amortissement
	Unités.	Voiture-kilomètre. Heure-voiture-roulant. Jour-voiture-roulant.

Le 13 mai 1887.

NOTE

SUR LE LITTÉRA *A*

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE

Avant-propos.

En 1883, nous fîmes, sur la ligne Bruxelles-Anvers, l'essai d'un système présenté par M. *Tommasi*. Il fut rejeté comme trop coûteux et insuffisamment pratique. Le rapport dressé par le service de l'éclairage, à la suite de cet essai, est annexé à cette note [1]. Il donne des détails complets sur les appareils employés, la marche et les résultats de l'essai.

Depuis cette époque, la question a fait quelques progrès et il n'est pas sans intérêt d'en résumer la situation actuelle.

Les différentes sources d'électricité employées dans les essais qui ont été tentés pour l'éclairage électrique des trains sont les suivantes :

1° Piles primaires ;

2° Accumulateurs ou piles secondaires placées : *a*) dans un fourgon ; *b*) dans chaque voiture afin d'en rendre l'éclairage indépendant ;

3° Éclairage basé sur l'emploi d'une machine dynamo-électrique recevant son mouvement de l'essieu d'un wagon par l'entremise de courroies ou toute autre transmission ; adjonction d'accumulateurs pour fournir la lumière pendant les arrêts du train ;

4° Emploi d'une dynamo mise en jeu par un moteur spécial placé sur la locomotive ou dans un fourgon, la vapeur étant fournie par la chaudière de la locomotive ou par un générateur spécial ;

5° Enfin, nous citerons en passant sans pouvoir le décrire, faute de documents, le système de M. *Thomas P. Carsvel*, ingénieur du *North British Railway*, essayé, paraît-il, avec succès sur cette ligne. Il consiste dans l'emploi d'un rail spécial surélevé amenant le courant à des poulies placées sous les véhicules et de là aux lampes.

Considérations générales.

Les principaux avantages de l'éclairage électrique des trains sont la beauté de la lumière en elle-même, sa fixité, sa blancheur et l'aménagement facile et élégant à la fois, des lampes à incandescence dans les voitures.

Les difficultés sont plus nombreuses.

(1) Voir *Annexe*, p. 311.

Le sectionnement des trains présente une grande difficulté à l'emploi de l'éclairage électrique. Les voitures ne se trouvant plus reliées à la source d'électricité, sont privées de lumière. Pour y parer, il a été proposé de faire porter à chaque véhicule sa provision d'électricité ou d'ajouter à chaque section d'un train devant être divisé en cours de route, un fourgon muni des appareils complets pour l'éclairage. On voit immédiatement combien est peu pratique ce dernier moyen, distrayant les véhicules du service ordinaire, entraînant une majoration des dépenses de matériel et de traction. D'ailleurs, le moyen ne serait pas toujours efficace. Pour les cas accidentels de sectionnement, — intercalation d'un véhicule, par exemple, — il faudrait qu'il y eut toujours une source ou une réserve d'électricité à chaque extrémité du train.

D'une manière générale, dans l'éclairage électrique des trains, l'inconvénient le plus souvent constaté est la complication ou la délicatesse des appareils à mettre en œuvre pour produire l'électricité. On attend également que le prix de revient du *Watt* soit mieux établi et plus en rapport avec les sacrifices que les Compagnies consentent à s'imposer, hors les cas extraordinaires où les questions de luxe et de confort priment tout.

Dans les divers systèmes énumérés plus haut, on fait naturellement usage de lampes permettant une grande division de la lumière : lampes à incandescence *Swan*, *Edison*, *Maxim*, *Lane Fox*, *Woodhouse* et *Rawson*, *Siemens*, *Khotinsky*, etc., généralement à courant de faible tension et de forte intensité. Ces lampes sont montées en dérivation.

Comme on sait que le rendement diminue avec la division de la lumière, l'éclairage des trains par l'incandescence se présentera toujours dans d'assez mauvaises conditions au point de vue économique. Si l'on ajoute à ce fait que les fabricants de lampes à incandescence répondent difficilement de la durée de fonctionnement de celles-ci, surtout à cause des trépidations du train, on peut en déduire que les chiffres donnés par des expériences de quelques jours doivent servir plutôt d'indications que de bases réelles.

Avec l'emploi d'accumulateurs, la question vient se compliquer d'un élément dont la valeur est encore discutée.

Pour augmenter la vie des lampes, on a cherché, comme pour le gaz, à pouvoir mettre également les lampes en veilleuse, soit par l'introduction automatique d'une lampe à plus haute résistance lors de la suppression de la première, soit par la simple introduction d'une résistance supplémentaire.

D'un autre côté, il faut reconnaître que l'emploi de dynamos *compound* a maintenant mis à néant un grand nombre d'inconvénients portés primitivement au compte de l'éclairage électrique des trains.

1° *Piles primaires.*

Bien que la plupart des électriciens reconnaissent que jusqu'ici les piles primaires ne peuvent produire économiquement l'électricité, on doit cependant citer certains essais d'éclairage de trains faits à l'aide de piles de cette espèce.

En Angleterre, le *Midland Railway* et le *South Eastern* ont fait des expériences dans ce sens avec les piles *Holmes* et *Burke*.

Au *Midland*, chaque wagon, composé de six compartiments, recevait une lampe de 5 bougies par compartiment. Il y avait, par voiture, 15 éléments *Holmes* et *Burke* reliés en séries de 5 éléments. La force électro-motrice de chaque élément était de 1.85 volt et sa résistance intérieure de 1,40 ohm.

L'éclairage pouvait durer dix heures sans renouvellement de la solution des piles, mais il fallait réamalgamer les zincs deux fois par semaine.

La solution consistait en une partie d'acide sulfurique pour douze parties d'eau autour de la plaque de zinc; autour du charbon était du sel oxydone formant la base du brevet *Holmes-Burke*.

Lors du fonctionnement de la pile, il se dégage des vapeurs nuisibles.

Au *Metropol*, on a considéré l'essai comme un succès, mais la question de prix n'a pas, que nous sachions, été approfondie.

Les mêmes résultats ont été obtenus par les inventeurs au *Great Northern*, au *South Eastern* et au *London and South Western* : bon éclairage, mais coût inconnu. Il est à supposer que celui-ci était fort élevé, car l'éclairage n'a jamais été appliqué en grand.

On attend donc encore la pile primaire qui fournisse économiquement l'électricité industrielle. A ce propos, il est assez curieux de rappeler les paroles prononcées en mars 1864 dans une séance des télégraphistes et électriciens d'Angleterre par l'éminent ingénieur *A. Siemens*. Celui-ci s'est exprimé ainsi : « A plusieurs reprises, des inventeurs de piles primaires sont venus « nous présenter des résultats étonnants. Nous avons offert chaque fois de prendre la pile « si l'inventeur la mettait dans nos mains pendant une semaine en nous expliquant exactement « en quoi elle consistait, comment elle devait être manipulée. Si nous en étions satisfaits et si les « résultats étaient tels qu'on les annonçait, nous devions acheter la pile en la payant une forte « somme. Or, jusqu'à présent, personne n'a touché cette somme. Je pense donc que c'est jeter « de l'argent qu'essayer de produire économiquement l'électricité par ce moyen. »

L'opinion du grand électricien anglais n'a cependant pas arrêté les recherches des inventeurs de piles primaires.

A chaque instant, l'on annonce avec éclat l'éclosion de la merveille qui doit révolutionner le monde électrique, puis les essais démontrent clairement que consommer du zinc ou tout autre métal d'un prix relativement élevé pour produire l'électricité, c'est décupler le coût de la production de celle-ci par des machines électriques; le silence se fait, et si l'on parle encore de l'invention, c'est lors de la liquidation de la société qui s'était formée pour l'exploiter.

Il faut espérer que ce n'est pas à ce résultat que conduiront les essais entrepris par la *Compagnie des wagons-lits*, dans la voiture-restaurant n° 182, circulant chaque jour entre Bruxelles et Paris.

Cette voiture est éclairée par 14 lampes à incandescence dites de 10 bougies, mais n'en donnant que 7 à 8 en réalité. L'entreprise, le montage et l'entretien sont à la charge de M. *L. Desruelles*, ingénieur à Paris. La Compagnie n'intervient que dans le payement de l'éclairage, dont le coût s'élève, paraît-il, à fr. 0,026 par bougie et par heure, soit 26 centimes par lampe. Dans le cas où la Compagnie achèterait les appareils, dont la valeur est évaluée à 4,860 francs, la redevance à payer à l'entrepreneur ne serait plus que de 19 centimes par lampe, ce chiffre étant considéré comme prix de revient. En réalité, l'éclairage de cette voiture destinée à un public spécial coûte 3 fr. 64 c. par heure. On voit qu'il s'agit vraiment d'un éclairage de luxe.

Comme particularité de cet éclairage, qui est splendide et ne laisse absolument rien à désirer, j'ajouterai que les électrodes solubles des piles primaires baignent dans une dissolution de bisulfate de mercure et que le liquide dépolarisant est constitué par un mélange de bichromate de soude et d'acide sulfurique et azotique. Il y a 45 éléments : 30 en quantité, 15 en tension. La charge de liquide peut servir pendant quatre voyages de sept heures chacun et les zincs ne doivent être remplacés qu'au bout de seize voyages.

La pile primaire a l'avantage de se placer aisément sous chaque véhicule, qui porte ainsi son réservoir propre de lumière. Ceci est fort important au point de vue de la discontinuité des trains, de l'adjonction des voitures en cours de route et des exigences du service de l'exploitation.

Les trains peuvent être divisés sans qu'aucun compartiment soit plongé dans l'obscurité.

Ce mode d'éclairage n'exige pas de conduite, toujours encombrante, de voiture à voiture.

2° *Piles secondaires.*

On reproche aux piles secondaires la perte considérable de travail électrique et l'obligation de déplacer les accumulateurs pour les charger. D'après la *Compagnie du chemin de fer de Londres à Brighton*, qui a fait un essai prolongé du système, la main-d'œuvre nécessitée par l'obligation du déplacement et du transport des accumulateurs au lieu de chargement, et vice versa, a toujours été considérée par la Compagnie comme un obstacle à leur usage pratique et économique.

L'emploi de ce système serait coûteux. Il exigerait l'installation d'assez nombreuses usines électriques pour le rechargement des accumulateurs, ou bien donnerait lieu à de nombreux transports de ces appareils envoyés au lieu de chargement et réexpédiés aux lieux d'emploi.

Par contre, l'installation d'accumulateurs dans chaque voiture (de même que les piles primaires) satisferait au vœu du Congrès des chemins de fer de 1885, en rendant l'éclairage parfaitement indépendant.

Aux essais déjà cités et qui ont eu lieu sur la ligne de Brighton, à un train qui n'est jamais scindé, il faut ajouter ceux faits en France, à la *Compagnie d'Orléans*.

Cette Compagnie avait posé comme problème :

1° De charger, au moyen de la machine électrique, les accumulateurs seuls, sans alimenter les lampes ;

2° D'alimenter les lampes avec les accumulateurs seuls ;

3° De charger les accumulateurs et d'alimenter les lampes simultanément.

Les accumulateurs employés étaient du système *Faure*, et chaque voiture en portait un nombre suffisant pour assurer son éclairage pendant vingt à trente heures, ils étaient placés sous les banquettes. Les lampes, système *Swan*, étaient installées dans les lanternes ordinaires des voitures.

Chaque compartiment était éclairé par deux lampes d'un pouvoir éclairant de dix bougies.

Par lampe et par heure, il fallait 3 kilogrammes d'accumulateur, ce qui comportait une charge de 200 à 300 kilogrammes par voiture.

Un ingénieux appareil, permettant de mettre à volonté les lampes en veilleuse, parvenait à réduire la quantité de courant consommée par la lampe.

Ces essais ont, paraît-il, parfaitement réussi. Cependant, l'application n'a pas été étendue. Les frais d'éclairage sont-ils trop élevés? C'est très probable, car, ainsi qu'il est dit plus haut, l'accumulateur est un agent d'emmagasinement de l'électricité occasionnant d'assez grandes pertes.

En pratique, le travail développé par le moteur perd facilement 15 p. c. pour être transformé en travail électrique, les accumulateurs ne prennent que 90 p. c. de celui-ci, et leur rendement n'est guère supérieur à 80 p. c. de leur charge. En réalité, la source d'électricité fournie par un accumulateur ne peut être que 0.85 × 0.90 × 0.80 = 0.612 du travail primitivement développé.

Mais je ne pense pas que cette perte assez considérable soit la cause de l'abandon du système par la Compagnie d'Orléans. Cette cause doit plutôt résider dans l'accumulateur même, dans la polarisation fréquente des plaques, le coulage des boîtes, enfin dans l'entretien difficile et onéreux jusqu'ici de ces appareils.

Quoi qu'il en soit, de tous les moyens employés pour produire l'éclairage électrique dans les trains, c'est évidemment celui par batterie d'accumulateurs qui a le plus de chance de réussir.

Avec un bon accumulateur — les progrès dans la fabrication de ces appareils sont remarquables

depuis quelque temps — on peut espérer arriver à se servir de l'éclairage électrique dans de bonnes conditions et, peut-être, à un taux raisonnable.

3° *Machine dynamo mise en mouvement par un essieu avec interposition d'accumulateurs comme réservoirs d'électricité.*

Sans accumulateurs, il est difficile d'obtenir une marche régulière à cause de la grande variation du nombre de tours de l'essieu-moteur. Lors des arrêts du train, la production d'électricité est suspendue et les lampes s'éteignent.

Pour parer à ces deux derniers inconvénients, on a combiné l'emploi d'un dynamo avec des accumulateurs. Ceux-ci, chargés par la dynamo, règlent le courant nécessaire aux lampes et assurent l'éclairage pendant les stationnements.

Dans ce système, les conditions à réaliser en pratique peuvent se résumer de la manière suivante :

a) Vitesse constante de la dynamo, indépendamment de la vitesse du train, tant que cette vitesse ne descend pas en dessous d'une certaine limite à partir de laquelle le circuit de la dynamo aux accumulateurs doit être rompu ;

b) La dynamo doit toujours tourner dans le même sens et ne pas tourner quand le train recule après un arrêt, au moment où on desserre les freins.

c) Le circuit doit être commandé par un commutateur dont l'action instantanée empêche immédiatement toute interversion nuisible du courant.

d) Le fonctionnement des lampes doit être mis à l'abri de tout dérangement pendant le voyage

De tous les systèmes essayés, c'est celui par dynamo actionnée par un essieu avec interposition de batteries d'accumulateurs qui semble avoir le plus tenté les inventeurs et réussi auprès des Compagnies Le *London Brighton*, l'*Est français*, le *chemin de fer de l'État belge*, le *Pensylvania Railroad*, le *Sud autrichien*, divers chemins de fer allemands, etc., ont fait successivement des essais de ce procédé. Suivant l'ingéniosité des inventeurs, les transmissions de l'essieu à la dynamo consistaient en courroies, en galets ou en cônes de friction, en engrenages, etc.

dans les accumulateurs. Dans le cas d'affaiblissement du courant, ce sont les accumulateurs qui desservent directement les lampes, la machine étant complètement isolée du circuit.

Les dynamos sont naturellement à deux enroulements pour éviter les accidents dus à la décharge éventuelle des accumulateurs sur la machine.

Evidemment, le système qui nous occupe se complique encore si les accumulateurs, au lieu d'être placés dans le véhicule spécial qui sert d'usine d'électricité, le sont sous les banquettes des voitures elles-mêmes.

Une annexe à cette note donne la description complète du système *Tommasi* ainsi que les résultats obtenus; nous ne croyons donc pas devoir nous étendre plus longuement sur les systèmes similaires essayés dans d'autres pays.

La nécessité d'avoir recours à une batterie d'accumulateurs implique naturellement une partie de la perte d'énergie dont il est fait mention au chapitre précédent.

De plus, le véhicule spécial pour l'éclairage entraîne l'obligation d'employer un agent spécial pour chaque train, ce qui augmente la dépense dans une assez forte proportion.

Après avoir prolongé des accumulateurs chargés au lieu de départ du train, la *Compagnie du chemin de fer de Londres à Brighton* a abandonné ce système. Elle fait aujourd'hui usage d'une dynamo actionnée par l'essieu d'un fourgon et chargeant des accumulateurs.

Dans l'intérêt de bien des gens, un grand progrès est réalisé, tout au moins au point de vue économique, par le procédé qui consiste à emprunter à l'essieu d'un véhicule la force motrice nécessaire à la production de l'éclairage. Dans ces conditions, a-t-on dit souvent, la force motrice s'obtient gratuitement. C'est là une profonde erreur. A part les cas de pentes, la force en plus prise sur l'essieu d'un fourgon doit naturellement provenir de la locomotive faisant la traction du train. Augmenter la résistance de celui-ci revient à se mettre dans l'obligation d'augmenter la puissance de traction et la locomotive, dont le travail approche déjà du maximum dans la plupart des trains express, ne peut pas toujours fournir ce surcroît de force. On objectera que cette force se prend bien pour le fonctionnement de certains freins, des freins à air comprimé, par exemple. Mais il est remarquer que dans ce cas spécial, c'est au moment des arrêts que l'on réclame tout le travail du petit cheval du frein.

Mais, dira-t-on, pourquoi ne pas profiter des pentes? D'abord, il faut que la pente soit assez prononcée de sorte que sur les trois quarts des lignes de notre réseau le système serait inapplicable. Ensuite, sur les lignes accidentées, il faudrait un agent spécial pour mettre les appareils en train, ce qui aurait pour résultat de faire monter à un prix de revient excessif le peu de travail que l'on pourrait emmagasiner sur un parcours plus ou moins long.

Cette question de force à prendre sur l'essieu d'un fourgon ne pourrait être mieux comparée qu'à celle des moulins à vent détrônés partout par les moteurs à eau et ceux à vapeur.

Il faut une pente dans le premier cas, il faut du vent dans le second, sinon les appareils, immobilisés, deviennent inutiles.

Or, l'on sait qu'aujourd'hui les moulins à vent, bien que fournissant la force gratuitement, disparaissent pour céder la place à des moteurs qui semblent plus onéreux à première vue, mais, en réalité, sont plus économiques parce qu'ils évitent le chômage du matériel et du personnel.

4° *Moteur spécial actionnant une dynamo.*

Au placement sur la locomotive d'un moteur spécialement affecté à l'éclairage, on objecte que cela encombre la locomotive.

Nos locomotives affectées aux trains rapides, tout au plus suffisantes au point de vue de la

production de la vapeur, sont déjà compliquées ; outre son travail principal et la manœuvre du frein *Westinghouse*, le machiniste aurait la conduite d'un moteur pour l'éclairage.

Enfin, la difficulté de sectionner le train subsiste.

Il faut remarquer de plus que les locomotives ne font généralement qu'un parcours limité avec une rame de voitures et qu'elles sont souvent remplacées en cours de route. C'est le cas pour la ligne de Bruxelles à Ostende, par exemple, où la machine est remplacée à Gand. C'est aussi le cas pour tous les express internationaux. Or, tout changement de locomotive, en supposant même qu'elles soient toutes montées pour produire l'électricité, plongerait le train momentanément dans l'obscurité.

Si l'on place le moteur dans un véhicule spécial, on crée naturellement un nouveau poids mort à transporter, on installe une véritable usine volante d'électricité devant emporter l'eau, le charbon, etc., nécessaires à la mise en train des machines.

La présence d'un agent spécial s'impose alors.

On doit tenir compte également que les machines à grande vitesse exigent généralement une consommation exagérée de vapeurs, que l'on fasse usage d'une machine *Brotherhood* ou de types plus perfectionnés, tels que ceux d'*Abraham*, d'*Armington* et *Sud*, de *Williams*, de *Westinghouse*, de *Davis Hardy*, de *Cutting*, de *Richards*, de *Dumoulin*, de *Parsons*, de *Rigg*, de *Kaschwitz*, de *Lindley*, etc.

D'un autre côté, si l'on n'a pas recours à une réserve d'électricité basée sur l'emploi d'accumulateurs, on rend l'éclairage solidaire du fonctionnement dans d'assez mauvaises conditions de la chaudière, de la machine à vapeur, des transmissions, etc. Généralement, on se borne à faire tourner les dynamos avec une vitesse de 400 à 600 tours.

Résultats de quelques essais faits par les Compagnies.

Parmi les essais faits dans ces derniers temps sur diverses lignes, nous citerons :

Ceux de la *Compagnie du chemin de fer de Londres à Brighton*, auxquels nous avons déjà fait allusion ci-dessus. La Compagnie éclaire d'une manière continue le « Pullman limited express » qui fait le service des trains de luxe deux fois par jour entre Londres et Brighton.

Le train ne doit pas être scindé. C'est un éclairage de luxe trop couteux pour des trains ordinaires.

Dans le fourgon se trouve une petite machine *Brush*, actionnée par l'essieu d'arrière à l'aide de courroies de transmission. Sur le circuit de la machine sont branchées en dérivation 86 lampes de 16 bougies normales et une batterie de 24 éléments. A pleine vitesse, la dynamo et les accumulateurs fonctionnent ensemble et produisent 80 ampères. En cas d'arrêt, les accumulateurs peuvent alimenter seuls les 86 lampes. Le train circulant le jour, la dynamo charge les accumulateurs, et le conducteur ne met les lampes en circuit que lors des passages dans les nombreux tunnels. En cas de recul, les balais de marche en avant sont remplacés automatiquement par les balais de marche en arrière.

La *Direction des chemins de fer royaux*, à Francfort-sur-le-Mein, a expérimenté l'éclairage électrique. Le train éclairé comprenait trois voitures — 1re, 2e et 3e classe — et un fourgon portant une dynamo et 26 accumulateurs. La dynamo était mue par un essieu du fourgon. L'installation dans le fourgon pesait 600 kilogrammes et avait couté 3,125 francs ; il y avait eu en outre une dépense d'environ 100 francs par voiture pour les lampes, etc.

La Compagnie parait satisfaite du résultat.

L'éclairage coûte 10 centimes par lampe et par heure (1).

Un autre essai a été fait en 1884 en Angleterre, au *Metropolitan Railway*.

L'installation comportait une dynamo [illegible] par un moteur spécial.

Le poids total de l'installation dans le fourgon s'élevait à 3 tonnes, y compris l'eau, et 120 kilogrammes de combustible.

On fit usage d'une dynamo *Siemens* de 120 lampes de 10 bougies; en réalité on employa 52 lampes *Swan* de 18 bougies anglaises.

La dynamo était actionnée directement par un moteur *Williams* à trois cylindres, de 7ch5, marchant à 530 tours.

Le train était allumé pendant 8 h. 30 m. par jour. Pour les 50 lampes de 18 bougies, il fallait vaporiser 90 litres d'eau à la pression de 84 kilogrammes par pouce carré.

La recette, il n'y avait que 4 1/2 chevaux dutiles pris par le travail électrique dans les lampes et conducteurs; le reste était absorbé par les frottements, etc. Le coût de l'heure d'éclairage était évalué à 1c375, mais on n'a pas tenu compte de la main-d'œuvre, qui comportait évidemment une dépense équivalente, et la durée de l'essai a été trop courte pour pouvoir évaluer convenablement [illegible] de remplacement des lampes, de traction du poids mort en plus, etc.

Quoi qu'il en soit, on n'a pas étendu le système à d'autres trains de la Compagnie, la chaudière s'encrassant vite et exigeant la rentrée fréquente du véhicule spécial au dépôt pour nettoyage.

Dans les essais faits en 1886 sur les chemins de fer du Wurtemberg, la dynamo était actionnée par une courroie mue par une poulie montée sur l'un des essieux du fourgon. On faisait également usage d'un régulateur électrique. Une batterie d'accumulateurs était placée dans chaque wagon pouvant alimenter directement les lampes pendant quatre heures consécutives.

Les batteries des voitures étaient disposées en dérivation, ce qui présentait certains inconvénients faciles à comprendre.

A l'aide du régulateur automatique, les accumulateurs n'étaient chargés que quand la vitesse du train atteignait 50 kilomètres; pour un accroissement trop grand de courant [illegible] trop rapide, un interrupteur automatique entrait en action et coupait le courant.

Le courant de la machine se partageait dans les lampes à incandescence et les accumulateurs.

Dans les arrêts, ceux-ci fournissaient seuls le courant nécessaire.

Quand la tension totale en marche devenait trop forte, une résistance supplémentaire intercalée dans les lampes de chaque wagon entrait en jeu.

Les lampes étaient du système *Bernstein*, et les accumulateurs du système *Khotinsky*, de Rotterdam.

Le fonctionnement de la dynamo était indépendant du sens de la marche du train, parce que les brosses étaient montées sur une pièce mobile qui se déplaçait automatiquement suivant la marche en avant ou en arrière.

La charge d'accumulateurs par wagon était de 300 kilogrammes seulement.

Il paraît que le système d'accumulateurs employé n'a rendu de bons services dans la pratique.

Le prix d'installation des machines et appareils du fourgon ainsi que l'éclairage variait entre 3,000 à 4,000 marks, suivant le nombre des voitures du train.

Pour chaque wagon, le coût variait de 654 à 820 marks suivant le luxe correspondant à la classe.

Pour le wagon les frais d'installation revenaient à 5[illegible] à 6[illegible] marks.

(1) Notre éclairage au gaz actuel revient à fr. 0[illegible] par heure.

Par bougie et par heure, pour 2,100 heures d'éclairage par an, les frais d'entretien, tout [illegible]om-pris, se montaient à 0,81 pfennig.

Citons encore les essais sur les express, de Vienne à Trieste, de la *Sudbahn*.

La dynamo empruntait sa vitesse à un essieu du fourgon; les accumulateurs de *Calo* serva[illegible]ient d'intermédiaires et il y avait un appareil compensateur automatique pour régler l'envoi du [illegible] cou-rant dans les accumulateurs, dans les lampes, ou dans les deux à la fois.

Les accumulateurs pesant 17 kilogrammes étaient, au nombre de 28, suffisants pour desse[illegible]ervir les 40 lampes à incandescence de 8 candles chacune pendant les arrêts du train.

La dynamo marchait à 1,200 tours, donnait 100 volts et 50 ampères; elle était munie [illegible] d'un double collecteur pour rendre tout à fait impossible un renversement des pôles.

L'éclairage était de 15 heures.

Il paraît que les essais ont été assez favorables. Cependant, nous n'avons jamais appris que[illegible]e la Compagnie ait monté plus d'un train par ce système.

Lors de l'Exposition d'électricité de Munich, il y eut un train circulant entre Munich et St[illegible]rn-berg éclairé par l'électricité. La source était une dynamo mue par une machine *Abraham* à qua[illegible]atre cylindres. Il fut très difficile d'obtenir une lumière fixe.

En Angleterre, on cite encore M *Massey* et l'*Electric Light Company* comme ayant renouv[illegible]velé des expériences analogues avec un générateur particulier et un moteur *Williams*.

Enfin, divers journaux scientifiques ont publié récemment des articulets où l'on pouvait lire [illegible] ce qui suit :

« La *Northern Pacific Railway* construit un véhicule spécial destiné à assurer l'éclaira[illegible]ge électrique des trains.

« Ce véhicule, tout en fer, contiendra un générateur à vapeur surchauffée et tous les engi[illegible]ins nécessaires pour produire l'électricité; il devra aussi fournir la vapeur nécessaire.

« Les avantages attendus de ce mode d'éclairage sont l'économie et la sécurité. Les apparei[illegible]ils électriques réduisent les causes d'incendie qui peuvent résulter de l'emploi du gaz et de l'huile [illegible]e et éloignent les chances de conflagration en cas d'accident. »

Nous ne parlerons pas d'un système mixte préconisé par M. *Donato Tommasi*, système qu[illegible]

ne s'use pas et en employant un arc de longueur plus petite que dans les lampes ordinaires. Les résultats obtenus ne nous sont pas connus; cependant, l'ennui d'une machine électrique sur la locomotive et les frais de premier établissement seront toujours des obstacles à l'emploi de ces foyers puissants à l'avant des machines.

Résumé.

Tous les essais démontrent la possibilité d'éclairer les trains au moyen de l'électricité; mais, en somme, la question d'un système définitivement pratique n'est pas encore résolue.

A côté des difficultés, très grandes, des installations mécaniques et électriques, des raccords, etc., il y en a une autre qui, certainement plus que les premières, retardera la mise en service courant de l'éclairage électrique dans les trains.

Nous voulons parler du prix de revient, dont les inventeurs ne tiennent pas compte au même point que les exploitants. Un partisan de l'éclairage électrique des trains a dit récemment :

« Je ne crois pas qu'il y ait lieu de s'arrêter un instant à ce qui concerne le prix de revient; que les trains soient éclairés par l'huile, par le gaz ou par l'électricité, cette dépense, comparée au reste des frais de l'exploitation d'un chemin de fer, n'est qu'une bagatelle insignifiante. »

En fait, le coût de l'éclairage des trains est un facteur qu'aucune Administration de chemin de fer ne peut négliger. Sans craindre de se tromper, on peut affirmer que de tous les systèmes d'éclairage électrique des trains actuellement connus, le plus économique doublerait au moins nos dépenses permanentes — sans parler des dépenses de première installation qui seraient considérables.

Or, les frais d'éclairage de nos trains par le gaz et l'huile s'élèvent annuellement à plus de 50,000 francs.

La conclusion de la *Compagnie du Nord français* à propos de l'éclairage électrique des disques de locomotives était : utilité relative, mais non en rapport avec la dépense.

Dans l'état actuel de la question, nous croyons cette formule applicable à tous les systèmes d'éclairage électrique essayés jusqu'aujourd'hui dans les trains, sauf, bien entendu, les cas spéciaux justifiant un éclairage de luxe, où la dépense n'est qu'une question d'importance secondaire.

Annexe. — Description du système Tommasi, essayé sur les lignes de l'État belge.

Ce système est basé sur le principe d'emprunter à la marche du train la force motrice nécessaire au fonctionnement des appareils.

A cet effet, l'essieu d'un fourgon est garni de deux galets de friction en cuir actionnant deux autres galets de même nature portés sur un arbre fixé à la caisse du véhicule et pouvant, de l'intérieur de celui-ci, par une vis agissant sur un levier, être rapproché de l'essieu.

Une poulie montée sur un arbre mobile, entre les deux galets de friction, transmet, au moyen de courroies en fils d'acier, le mouvement à une poulie de commande sur un arbre horizontal se trouvant à 1m50 au-dessus du plancher du fourgon. Une vis permet aux paliers de cet arbre de se mouvoir dans un sens vertical, afin d'obtenir une tension suffisante des courroies.

La poulie de commande actionne directement une machine dynamo-électrique du système Gramme, devant produire, à 1,350 tours, 50 volts et 50 ampères.

Une disposition du bâti permet, par le croisement des courroies, de maintenir toujours dans le même sens la rotation de la dynamo, quel que soit le sens de la marche du train.

L'arbre de la dynamo, prolongé, actionne une machine excitatrice *Gramme*, devant, à 2,000 tours, produire de 18 à 20 volts et 14 ampères.

Les vitesses de la machine Gramme et de l'excitatrice, prises simultanément, ont donné un rapport de 2 à 3.

Des accumulateurs placés en dérivation sur le circuit général de la machine Gramme servent de réserve pour l'éclairage lors des ralentissements et des arrêts.

Ils sont chargés durant la marche du train, quand les lampes ne fonctionnent pas, et, si celles-ci sont allumées, ils reçoivent aussi éventuellement la partie du courant non utilisée.

Ces accumulateurs, du système *De Meritens*, étaient d'abord au nombre de 16; plus tard, ce nombre fut porté à 19, puis à 20.

Ils se composent de lames en plomb (4 positives et 4 négatives), pèsent chacun 100 kilogrammes et sont contenus dans une boîte en sapin dont les joints, taillés en biseau, peuvent être resserrés à l'aide de vis portées par des clames en fer qui consolident la boîte extérieurement. Ces boîtes, de 350 millimètres de largeur, 300 de longueur et 450 de hauteur, sont garnies intérieurement d'une forte couche en gutta-percha. Une plaque en verre formant faux-fond empêche les lames de plomb de détériorer l'isolant.

Les 8 plaques en plomb ont chacune un poids de 9 kilogrammes. La boîte contient en outre 14 à 15 kilogrammes de liquide composé de 9 volumes d'eau distillée pour 1 volume d'acide sulfurique chimiquement pur à 66°.

Les dimensions des lames sont environ 300 millimètres de largeur sur 350 de hauteur.

On a laissé un jeu assez considérable entre les plaques et la boîte, l'expérience ayant démontré que la dislocation des récipients résultait du gonflement des lames positives.

En se peroxydant, ces lames augmentent notablement en volume et en poids, et le récipient, n'ayant pas suffisamment de jeu, cède à l'effort produit.

Les essais faits à l'aide d'un électro-dynamomètre *Siemens* et d'un galvanomètre *Deprez* firent reconnaître que sous un potentiel de 40 volts, les 20 accumulateurs employés pouvaient emmagasiner 400 ampères heure, ce qui correspondait en pratique, pour les 32 lampes du train, à un bon éclairage de trois heures et à un éclairage suffisant durant une quatrième heure.

On put aussi reconnaître l'exactitude de ce phénomène que le repos des accumulateurs pendant quelques instants a pour effet de leur rendre une énergie nouvelle, mais passagère, dans la décharge suivante, grâce à une récupération de force électro-motrice.

Disposés en tension, les accumulateurs étaient répartis dans le fourgon de manière à équilibrer la charge sur les ressorts.

Un interrupteur automatique de courant a pour but d'empêcher, lors des arrêts ou des ralentissements, la force emmagasinée dans les accumulateurs de retourner vers la machine Gramme et d'avarier celle-ci, en y produisant de violentes décharges.

Cet interrupteur se compose de deux électro-aimants horizontaux agissant sur une pièce de fer doux basculant suivant un axe horizontal. Dans le cas d'attraction, le fer doux est attiré et l'autre branche verticale du levier vient buter contre une partie fixe toujours en communication avec les accumulateurs. Si le courant cesse de passer, un ressort repousse le levier et le contact ne se fait plus. Or, c'est le courant de l'excitatrice qui agit sur les électro-aimants, on comprend donc qu'on puisse arriver à régler l'appareil par une quantité de courant correspondant à une aimantation déterminée et que c'est ainsi la vitesse de marche de l'excitatrice, vitesse dépendant elle-même de celle du train, qui fait manœuvrer l'appareil.

Un interrupteur à main a été placé pour toute sécurité, afin de remplir éventuellement la même mission que l'interrupteur automatique de courants.

Un deuxième commutateur à main muni de résistances variables sert à régler l'intensité du courant passant dans les lampes. A cette fin, 2 lampes témoins placées dans le fourgon servent de mesure à l'agent chargé du manipulateur, pour ne laisser passer qu'une quantité de courant ne mettant pas les lampes en danger d'être brulées.

Les lampes employées, au nombre de 32, étaient du système *Swan* sans boucle, devant donner une marche normale, 8 candles anglaises, ou à peu près trois quarts de carcel par compartiment.

Le montage des lampes dans les lanternes est assez facile grâce à un emmanchement à baïonnette des plus simples.

Les essais ont eu lieu entre Anvers et Bruxelles-Nord avec un train composé comme ci-après :

3 troisième classe;
1 deuxième —
1 première —
1 fourgon électrique;
1 première classe;
1 deuxième —
2 troisième —

Ainsi qu'il a déjà été dit, le train était éclairé au moyen de 32 lampes Swan.

Voici les inconvénients observés au cours des essais.

En cas d'arrêt ou de ralentissement de la dynamo, quand l'interrupteur automatique ne fonctionnait pas convenablement en temps, les accumulateurs se déchargeaient sur la machine au lieu d'alimenter les lampes, le circuit offert par la machine étant beaucoup moins résistant.

Dans une certaine position de l'interrupteur à main, le courant allait des accumulateurs à la machine, brulant les balais de celle-ci et même le galvanomètre intercalé sur le circuit.

Il est arrivé plusieurs fois que l'interrupteur automatique n'ayant pas fonctionné en temps, le galvanomètre a reçu des décharges violentes qui l'ont en partie abimé.

Les appareils étaient cependant desservis par l'inventeur lui-même.

Une sonnerie fut alors établie. Elle devait fonctionner au moment où les accumulateurs se déchargeaient sur la machine.

A cet effet, trois éléments *Leclanché* furent mis dans une petite caisse pour agir sur une sonnette quand l'aiguille du galvanomètre venait toucher un bout de fil redressé.

A l'appel de la sonnette, l'agent chargé de l'éclairage devait couper le courant en manœuvrant la manotte. Mais ce système d'avertissement était aussi incomplet, car il pouvait encore se présenter que les accumulateurs se déchargeassent.

Dans la charge des accumulateurs sans alimentation des lampes, il arrive un moment où les accumulateurs sont chargés à saturation. Alors, le courant de la dynamo est égal et contraire à celui des accumulateurs, l'aiguille du galvanomètre revient au zéro et l'agent chargé du service ne peut plus distinguer si la machine dynamo ne donne rien ou si les accumulateurs sont chargés à saturation.

Pour éviter ce défaut, il faudrait intercaler sur chaque circuit des galvanomètres indiquant l'intensité du courant et même la force électromotrice, car lorsqu'un fait anormal se produit, il est souvent très difficile d'en découvrir la cause.

Dans les manœuvres, on mit plusieurs fois par inadvertance les fils positifs et négatifs en contact, ce qui formait *court circuit*.

Les lampes s'éteignaient alors naturellement et les accumulateurs, s'ils étaient en jeu, se déchargeaient dans un temps très court ; si c'était la machine qui était en jeu, elle s'emportait et risquait de se détériorer.

Pour éviter ces inconvénients, il eût fallu séparer les deux conducteurs, les mettre à la partie supérieure des véhicules et aux deux côtés latéraux de ceux-ci.

Les véhicules ne portant aucune réserve, ils restaient dans l'obscurité pendant les manœuvres, dès qu'ils étaient séparés du fourgon. De plus, les lampes laissées en relation avec le fourgon couraient danger d'être brûlées, puisque la source de lumière donnait alors une quantité d'électricité beaucoup trop forte pour ces lampes.

Un accumulateur s'est trouvé un jour dérangé (polarisé) sans que l'on pût déterminer la cause de ce dérangement. Le même jour, après un arrêt au pont de Duffel, l'interrupteur automatique n'a plus fonctionné, l'un des balais de l'excitatrice s'étant dérangé. On a dû détendre le ressort pour remettre l'interrupteur en marche. Il en est résulté qu'au retour, alors que les balais étaient remis en ordre, l'interrupteur était déréglé et dut être réparé en cours de route.

Le nombre de lampes remplacées était de deux environ par jour de marche.

La présence des accumulateurs dans le fourgon oblige de mettre celui-ci à l'abri des chocs violents comme les véhicules en reçoivent dans les manœuvres.

Un choc n'ayant produit aucune avarie au fourgon a eu pour effet de déplacer les accumulateurs et de déranger les machines et la transmission.

Ce n'est que quinze jours avant la fin des essais que l'on put marcher en prenant la force sur l'essieu du fourgon ; jusque-là, à cause de la défectuosité, soit de la partie mécanique, soit de la partie électrique, les accumulateurs avaient dû être chargés chaque jour avant le départ à l'aide d'une locomobile.

A partir du moment où le chargement put se faire au moyen de l'essieu, l'éclairage fonctionna convenablement pendant quinze jours consécutifs, c'est-à-dire jusqu'à la fin des essais. La marche de l'interrupteur automatique — l'appareil le plus délicat du système — était relativement bonne.

Le travail en plus que la locomotive devait développer lors de la mise en train des machines électriques était inférieur à celui qu'aurait exigé une voiture ajoutée au train.

La lumière donnée par les lampes était très belle et suffisamment fixe. Le pouvoir éclairant était plus satisfaisant que celui de notre éclairage ordinaire au gaz.

[illegible] n'a pas été assez complètement [illegible]

1re NOTE

SUR LE LITTÉRA *B*

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'EST FRANÇAIS

La Compagnie de l'Est français chauffe tous ses trains de voyageurs dont la durée de parcours est supérieure à deux heures.

Pour ceux ayant une durée de parcours inférieure à deux heures — ainsi qu'il résulte d'une convention de décembre 1875 passée entre l'État et les grandes Compagnies françaises — notre Compagnie se borne à chauffer les voitures de 1re classe, les compartiments de « dames » des 2e et 3e classes et les compartiments de « service ».

Toutefois, en raison de la rigueur exceptionnelle des saisons dans certaines contrées de notre réseau, il est fait exception à la mesure ci-dessus pour quelques trains de la région des Vosges dont la durée de parcours varie entre une heure et quarante et deux heures.

Deux systèmes différents sont employés par la Compagnie de l'Est pour le chauffage de ses trains :

1° Les « bouillottes ordinaires à eau », dont l'emploi est presque général ;

2° Les « Appareils thermo-siphons », à circulation d'eau chaude, d'un emploi relativement très restreint.

1° Bouillotes a eau.

Installations de réchauffage. — Les installations servant au réchauffage des bouillottes à eau sont de diverses natures, selon l'importance des besoins des gares du réseau.

a. *Appareils à noria.* — Dans les gares les plus importantes, le réchauffage des bouillottes se fait par immersion dans l'eau bouillante d'un appareil dit « appareil à noria ».

La noria est verticale et ses augets sont remplacés par des paniers métalliques qui reçoivent les bouillottes et sont articulés sur les maillons de deux chaînes sans fin. Le nombre total de ces paniers est de 36, dont 24 sont immergés en même temps.

La noria plonge dans un puits rempli d'eau chaude maintenue à une température voisine de 100° par la condensation d'un jet de vapeur. L'immersion des bouillottes dans le puits dure environ cinq minutes; la vitesse de rotation des tambours entraînant la chaîne sans fin est telle qu'on peut réchauffer 288 chaufferettes à l'heure.

b. *Chaudières à air libre et prises de vapeur à la locomotive.* — Dans les gares secondaires ayant à fournir une quantité plus faible de bouillottes, celles-ci sont simplement remplies d'eau chaude fournie par des chaudières à air libre ordinaires ou du système Field, de capacité variable selon les gares.

Enfin, dans quelques petites gares d'embranchements sans importance, on n'a prévu aucune installation fixe; le réchauffage des bouillottes est fait par barbottage d'un jet de vapeur par une locomotive en stationnement.

2° Chauffage par thermo-siphons.

Ce système de chauffage, dont l'emploi à la Compagnie de l'Est a été, jusqu'alors, relativement restreint, est basé sur le principe de la circulation constante d'un courant d'eau chaude dans chaufferettes fixes encastrées dans le plancher des voitures, l'eau venant se réchauffer dans une chaudière à double paroi, que porte chaque véhicule, et dont le foyer est alimenté au coke.

L'effectif des appareils thermo-siphons, qui était de 82 à la fin de l'année 1886, se trouve réduit actuellement à 72, qui sont appliqués :

1° A 55 voitures faisant le service de la ligne de Paris à Avricourt et formant six compositions de trains;

2° Sur 17 voitures faisant le service de la ligne de Lérouville à Sedan et formant trois compositions de trains.

L'application sur ces 72 voitures d'une chaudière grand modèle permettant de faire frais de longues distances aux appareils sans leur donner de soins et sans qu'il en résulte de chances d'extinction, a permis de supprimer, dès mars 1885, les chauffeurs de route qui accompagnaient dans le principe les trains de thermo-siphons.

Des postes de chauffeurs sédentaires, situés à une distance moyenne d'environ 60 kilomètres sont chargés des soins à donner aux appareils dans les gares de formation et de passage.

Cette organisation du service a permis de réaliser une économie assez considérable sur la dépense de personnel.

Recherche du problème de la modérabilité du chauffage. — Depuis 1885, tous les essais entrepris par la Compagnie de l'Est sur les appareils thermo-siphons ont eu pour but la recherche du problème de la modérabilité du chauffage, qui s'impose d'une façon si absolue aux époques d'automne et de printemps pendant lesquelles le chauffage n'est pas encore supprimé, et aussi en raison de la différence du climat des régions traversées par nos trains.

Cette modérabilité s'obtient par la manœuvre d'une clef de réglage qui permet d'activer ou de réduire le tirage du foyer et aussi, pour les 1ᵉʳ classes, à l'aide de clefs placées à l'entrée des chaufferettes qui permettent d'intercepter ou de ralentir la circulation de l'eau.

Les agents peuvent donc, dans une certaine mesure, par une manœuvre raisonnée de ces appareils, établir le régime du chauffage en rapport avec la température atmosphérique.

Comparaison des prix de revient du chauffage par thermo-siphons et par bouillottes. — Les annexes *A* et *B*, jointes à la présente note, donnent le détail des prix de revient du chauffage *rapportés à l'heure de marche-voiture* pour les bouillottes à eau et pour les appareils thermo-siphons.

Cette dépense est de :

1° 0ᶠ 2271 pour le chauffage par thermo-siphons;

2° 0ᶠ 2655 pour le chauffage par bouillottes réchauffées dans les gares;

3° 0ᶠ 2416 pour le chauffage par bouillottes réchauffées par des chaudières ou des prises de vapeur à la machine.

L'annexe *C*, jointe également à la présente note, est relative à des essais de chaufferettes à acétate de soude, système Ancelin, entrepris par la Compagnie de l'Est pendant les années 1885 et 1886.

Annexe A. — *Prix de revient du chauffage par bouillottes.*

I. — Service fait par les appareils a norias.

Dépenses rapportées à l'heure de marche-voiture.

1°	Combustible		0fr.03.154
2°	Personnel		0 09.235
3°	Entretien et réparation.	*a*) Bouillottes	0 03.486
		b) Norias	0 01.403
		c) Chariots	0 00.297
4°	Intérêt et amortissement du capital de premier établissement.	*a*) Norias	0 04.606
		b) Bouillottes	0 04.010
		c) Tricycles	0 00.358
	Dépense totale rapportée à l'heure de marche-voiture.		0fr.26 549

Nota. — Ce prix de revient ne tient pas compte des *frais d'entretien des locaux.*

II. — Service fait par les chaudières Field et a air libre et quelques prises de vapeur.

Dépenses rapportées à l'heure de marche-voiture.

1°	Combustible		0fr.04.838
2°	Personnel		0 08.482
3°	Eau fournie par les chaudières		0 00.320
4°	Entretien et réparation.	*a*) Bouillottes	0 03.500
		b) Chariots	0 00.300
		c) Chaudières	0 00.355
5°	Intérêt et amortissement du capital de premier établissement.	*a*) Chaudières et installations dans les gares	0 02.000
		b) Bouillottes	0 04.010
		c) Tricycles	0 00.356
	Dépense totale rapportée à l'heure de marche-voiture		0fr.24.161

Nota. — Comme pour les norias, ce prix de revient ne tient pas compte des *frais d'entretien des locaux.*

Annexe B. — *Prix de revient du chauffage par thermo-siphons.*

Dépenses rapportées à l'heure de marche-voiture.

1°	Combustible	0fr.07.394
2°	Personnel	0 06.548
3°	Entretien et réparation des appareils	0 02.164
4°	Intérêt et amortissement des appareils	0 06.607
	Dépense totale rapportée à l'heure de marche-voiture.	0fr.22.715

Annexe C. — Essais de chaufferettes à l'acétate de soude, système Ancelin, entrepris par la Compagnie de l'Est de mars 1884 à avril 1885.

Le principe de ce chauffage consiste dans la restitution de la chaleur latente absorbée par l'acétate de soude lorsqu'il passe à l'état liquide sous l'influence de la chaleur, restitution qui s'opère lentement et au fur et à mesure que ce corps reprend l'état solide.

L'acétate de soude employé par M. Ancelin est l'acétate du commerce à six équivalents d'eau. Il fond vers 59° et bout vers 123°.

Dès 1881, la Compagnie de l'Est, à l'instar de quelques Compagnies françaises, fit procéder à des essais isolés qui n'offrirent pas grand intérêt à cause du petit nombre d'essais effectués. Ce n'est qu'à partir de mars 1884 que les essais furent définitivement organisés d'une manière courante, mais le peu de durée de cette première période d'essais, qui finit en avril 1884, n'eut comme résultat que de préparer, pour l'hiver suivant, un programme d'expérimentation bien défini.

D'après ce programme, les essais furent repris pendant l'hiver 1884-1885 et spécialisés entièrement aux trains express, dans le but de vérifier si la durée de chauffage utile des bouillottes à acétate de soude était compatible avec notre service rapide de grande ligne. Cette durée nous avait été donnée par l'inventeur comme étant de huit heures au minimum.)

Dans ce but, 29 chaufferettes, placées dans un train express, effectuant chaque jour un trajet de six heures quarante minutes environ entre Paris et Vesoul, avec retour le soir.

Ces chaufferettes étaient rechauffées, à Paris, dans la vapeur, sous une pression de 2 1/2 kilogrammes, pendant trente minutes, et, à Vesoul, dans un appareil à noria, pendant une heure et demie.

A la suite de ces nombreuses expériences faites dans les trains rapides, il a été reconnu qu'on ne pouvait compter sur plus de six heures de chauffage efficace lorsque la température atmosphérique est voisine de 0°, et qu'une chaufferette à acétate de soude n'équivalait comme durée à guère plus de deux bouillottes à eau.

Malgré l'insuffisance des résultats calorifiques, les essais furent repris l'année suivante (1885-1886) dans des trains de banlieue et l'effectif des chaufferettes fut porté de 29 à 50.

Elles étaient réparties chaque jour, à peu près par moitié, dans une première rame effectuant le trajet de Paris à Château-Thierry et retour (distance de 94 kilomètres, correspondant au plus long parcours de notre réseau de banlieue). La durée totale du service de cette rame était de dix heures; et dans une deuxième rame faisant la navette entre Paris et Lagny (distance de 28 kilomètres), la durée totale de service de huit heures trente minutes.

Elles étaient soumises pendant trente à trente-cinq minutes à un réchauffage dans la vapeur à 2 1/2 kilogrammes.

Les résultats de cette dernière série d'essais ont confirmé purement et simplement ceux des expériences de l'hiver précédent. En raison de ces considérations, la Compagnie de l'Est a suspendu les essais de ce système de chauffage, qui ne pourrait être économiquement employé que dans des cas tout à fait particuliers et sur des réseaux où l'hiver n'est pas rigoureux.

Le service du matériel et de la traction.

2e NOTE

SUR LE LITTÉRA *B*

PAR

L'ADMINISTRATION DU CHEMIN DE FER GRAND CENTRAL BELGE

Quatre systèmes de chauffage fonctionnent actuellement sur les lignes du chemin de fer Grand Central Belge :

1° Les chaufferettes mobiles, employées sur la ligne d'Anvers-Charleroi, sur les lignes d'embranchement et à deux trains de la ligne de Louvain à Aix-la-Chapelle dans la composition desquels il entre d'une façon irrégulière des véhicules étrangers ;

2° Le chauffage aux briquettes, employé sur la ligne d'Anvers-Gladbach ;

3° Le chauffage à la vapeur, employé sur la ligne de Louvain à Aix-la-Chapelle ;

4° Le chauffage continu à circulation d'eau chaude, employé sur la ligne de Charleroi-Vireux.

L'étude de ce dernier mode de chauffage, entreprise par l'Administration, est poursuivie dans le but d'une application générale.

Le service des chaufferettes est desservi par le chemin de fer de l'État belge dans les gares principales où aboutissent les lignes du Grand Central.

Une seule chaufferetterie a une certaine importance, c'est celle de Hasselt ; les chaufferettes y sont réchauffées par immersion dans des bâches à eau chaude.

Le chauffage aux briquettes est employé sur la ligne d'Anvers-Gladbach dans le matériel allemand qui y est utilisé.

Le chauffage à la vapeur a été monté, à titre d'essai comparatif, en 1881.

Il est établi de façon à chauffer les pieds des voyageurs ; il présente la particularité que les eaux de condensation se rassemblent dans des réservoirs placés sous le chauffe-pied du milieu de chaque voiture et que la vidange en est commandée par le mouvement de serrage du frein continu vacuum automatique appliqué aux trains de la ligne.

La composition des trains varie de six à onze véhicules.

Le chauffage continu par chaufferettes fixes à circulation d'eau chaude est employé depuis 1876.

Les appareils et leur mode de fonctionnement sont décrits dans la *Revue universelle des mines*, janvier 1884 (1).

(1) Voir *Étude d'une solution rationnelle et complète de la question du chauffage des trains de voyageurs sur les chemins de fer*. Données théoriques et pratiques, par E. BELLEROCHE.

Le système consiste à combiner l'alimentation continue de la chaudière de la locomotive et celle des appareils de chauffage, par un même injecteur en fonctionnement constant.

La quantité d'eau chaude nécessaire pour maintenir une température déterminée à la surface des chaufferettes est distraite du jet de l'injecteur par un appareil de dérivation et lancée vers le train, l'excédent continuant vers la chaudière de la locomotive.

Dans le train règnent deux conduites, l'une de départ, l'autre de retour, dans lesquelles sont intercalées des chaufferettes.

L'eau chaude qui a circulé dans le train revient se déverser à la bouche d'appel de l'injecteur, au tender, et s'y mélange avec la quantité d'eau froide, fournie par le tender, nécessaire pour établir le régime d'absorption d'eau par l'injecteur.

Le débit d'eau chaude vers le train et sa température, étant uniformes, on obtient la constance de la température des chaufferettes.

La constatation des températures au départ et au retour permet un contrôle continu du fonctionnement des appareils et de l'effet obtenu dans le train.

La disposition des chaufferettes, moitié sur la conduite de départ, moitié sur la conduite de retour, donne l'égalité moyenne de la température de leur surface dans tous les compartiments.

La variation du débit par l'appareil de dérivation permet de proportionner la température des chaufferettes à la température extérieure.

Le premier de ces résultats (constance de la température) n'a été obtenu qu'à la fin de l'hiver 1887, les appareils de dérivation successivement essayés n'ayant pas présenté l'élasticité de fonctionnement voulue.

Les nouveaux appareils ne seront montés d'une façon complète que l'hiver prochain et nous comptons publier les résultats dans le commencement de l'année 1888.

Le service du matériel et de la traction.

COMPLÉMENT A LA 2e NOTE

SUR LA QUESTION DU CHAUFFAGE DES TRAINS (ART. XIII, LITT. A DU QUESTIONNAIRE)

PAR

L'ADMINISTRATION DU CHEMIN DE FER GRAND CENTRAL BELGE

A Monsieur le Président de la Commission internationale du Congrès des chemins de fer.

Comme suite à notre note sur la question XIII, littéra *B*, communiquée à la session de Milan du Congrès [1], j'ai l'honneur de vous faire parvenir les renseignements suivants, en vous priant de bien vouloir les faire publier dans le numéro du *Bulletin* qui donnera le procès-verbal des discussions sur cette question, ainsi que dans le *Compte rendu général.*

Essais du 2 février 1888 sur un train au repos; chauffage continu à l'eau chaude.

Composition du train . . . . . 1 fourgon suivant la locomotive, 10 voitures.
Température extérieure à 11 heures . . . . 6 degrés au-dessous de zéro.
— — à 1 h. 45 m. . . . . 1/2 — — —

A 11 h. 12 m. on met en train avec deux injecteurs;
A 11 h. 17 m. l'eau de retour se montre au tender;
A 11 h. 18 m. on fait fonctionner l'injecteur de chauffage seul.

	TEMPÉRATURE A LA SURFACE DES CHAUFFERETTES.				
	Première voiture.		*Dernière voiture.*		
HEURES.	DÉPART.	RETOUR.	DÉPART.	RETOUR.	TEMPÉRATURE INTÉRIEURE.
11.25	67°	37°	43°	42°	1°
11.30	65	38	55.5	55	2
11.35	69	42	57.5	57	3
11.40	69	48	59	58	4
11.45	69.5	50	60.5	60	4.5

(1) Voir le *Bulletin de la Commission internationale*, vol. I, n° 7, juillet 1887, 1er fasc., p. 334.

	TEMPÉRATURE A LA SURFACE DES CHAUFFERETTES.			
	Première voiture.		*Dernière voiture.*	
HEURES.	DÉPART.	RETOUR.	DÉPART ET RETOUR.	TEMPÉRATURE INTÉRIEURE.
11.50	68°	51°	61°	5°
11.55	68	52	61	6
12.00	67	53	59	6
12.05	66	52	59	6
12.10	66	52	58	7
12.15	66	51	57	7
12.20	67	51	57.5	8
12.25	67	51	58	8
12.30	66	50.5	58	8
12.35	67	51	58	8
12.40	67	51	57.5	8
12.45	66	51	58	9
12.50	67	51	58 5	9.5
12.55	69	51.5	58.5	9.5
1.00	70	52	59.5	10
1.05	68	52	60	10
1.10	69	52	61	10
1.15	68	53	60.5	11
1.20	68	53	60.5	11
1.25	67	53	59.75	11
1.30	67	53	59.5	11.5
1.35	67	53	59.25	12
1.40	48	53	59.25	12.5
1.45	66	52	59	12.5

[redacted]

l'eau contenue dans les chaufferettes, principalement aux arrêts et aux démarrages, a pour résultat d'augmenter considérablement l'écart entre les températures de départ et de retour.

Nous étudions un appareil régulateur automatique du débit de l'eau de chauffage, dont l'emploi aura, en outre, l'avantage d'épargner aux conducteurs l'attention qu'ils ont à donner à la conduite du chauffage.

Veuillez agréer, etc.

Bruxelles, le 25 février 1888.

L'ingénieur en chef,
directeur de la traction et du matériel,
M. URBAN.

3e NOTE

SUR LE LITTÉRA *B*

PAR

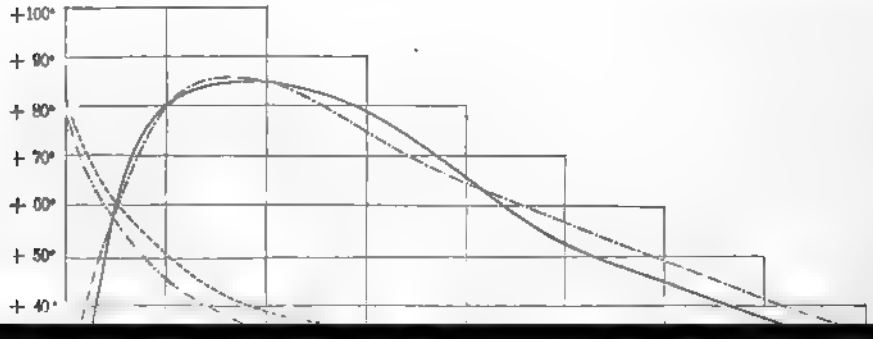
L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE

(PLANCHES XXII ET XXIII)

I. — Chaufferettes Radelet.

L'administration des chemins de l'État belge a essayé les chaufferettes Radelet en 1884 et en 1885. Pour l'hiver 1886-1887, elle a eu en service 1,900 chaufferettes de ce système. Les résultats obtenus sont très satisfaisants.

Les courbes suivantes donnent ces résultats comparativement à ceux que l'on obtient avec les bouillottes :



Voici les prix payés par l'État pour la manutention de l'un et de l'autre système dans deux stations importantes où ils ont été employés concurremment en dernier lieu, par chaufferette, tous frais compris (chauffage, transport, placement et retrait), à l'exception des réparations et de l'amortissement :

	Bruxelles Nord).	Verviers.
Bouillottes.	0 0132	0 015
Chaufferettes Radelet	0.036	0.03

Un ouvrier peut préparer approximativement huit chaufferettes Radelet par minute (placement des barres).

La chaufferette Radelet offre à l'extérieur la forme et l'aspect d'une bouillotte ordinaire ; comme celle-ci, elle se repose sur le plancher du compartiment (Voir pl. XXII, fig. 5 à 11.)

Au besoin, on pourrait lui donner une forme plate et la dissimuler à fleur du plancher dans un encastrement *ad hoc*.

La chaleur est fournie par une barre en acier préalablement chauffée dans un four entre 1.050° et 1.100°. On l'introduit dans l'âme de la chaufferette, formée d'un tube en fer étiré d'une épaisseur de 0m005, égale sur toute la longueur Un collier en fer étiré est adapté à l'extrémité et s'emboîte dans la tubulure de la tête de la chaufferette.

L'enveloppe extérieure est formée d'une tôle en fer étiré de 0m0025 et galvanisée A l'intérieur est placée une autre enveloppe, isolante, en zinc n° 10. Entre celle-ci et le tube intérieur, on entasse de la laine de scorie, après avoir débarrassé cette substance de la poussière de laitier qu'elle contient, et cela dans le but de diminuer le poids de la chaufferette.

La barre introduite dans la chaufferette va butter au fond contre un godet en fonte malléable, s'emboîtant sur le tuyau central et s'appuyant sur un ressort pour empêcher la détérioration de ce fond, qui contient également de la laine de scorie.

Quant à la fermeture, elle se compose d'une serrure hélicoïdale munie d'un anneau permettant d'ouvrir avec une broche en fer.

Les cercles extrêmes d'assemblage sont en fonte malléable et sans couture, ce qui empêche la chaleur de se perdre par les abouts et donne de la solidité à la chaufferette.

Le matériel employé pour le chauffage à l'eau de tous les trains de l'État belge a coûté, en chiffres ronds, un million de francs (chaudières, appareils réchauffeurs, appareils ordinaires à chauffer l'eau, chaufferettes et tricycles) L'emploi général du système Radelet dans les mêmes trains nécessiterait en installations (fours) et en matériel (chaufferettes et tombereaux pour le transport de celles-ci) une dépense totale que l'on a évaluée à moins de 600,000 francs.

Voici les avantages et les inconvénients de la chaufferette Radelet, comparée à la chaufferette à eau :

La chaufferette à eau pèse environ 20 kilogrammes, ce qui est favorable à la manipulation. Celle-ci en est si facile, que cet avantage devient un inconvénient lorsque l'ouvrier en abuse pour jeter l'objet à la volée.	La chaufferette Radelet pèse 36 kilogrammes; c'est un inconvénient au point de vue de la manipulation.
Au moment du placement, la température des chaufferettes à eau, lorsque le service est bien fait, est voisine de 100 degrés; mais l'ouvrier abandonné à lui-même, et craignant les brûlures, s'arrange le plus souvent de façon à ne pas dépasser 70 degrés.	Au moment du placement, les chaufferettes Radelet n'ont pas acquis toute leur chaleur; le personnel n'a donc aucune raison pour y mettre des barres insuffisamment chauffées.

La capacité des chaufferettes à eau est de 8 à 11 litres, soit 10 litres. Ces 10 litres d'eau pesant 10 kilogrammes à 70 degrés, emmagasinent 700 calories. Il fait toujours froid dans les compartiments ainsi chauffés.

Le refroidissement des chaufferettes à eau est continu à partir du moment où elles sont remplies.

La durée d'action des chaufferettes à eau ne dépasse guère deux heures, ce qui exige des renouvellements fréquents aux stations de passage pour les trains à longs parcours, surtout pour les express internationaux.

La chaufferette à eau perd son contenu en cas d'avaries. Dans ce cas, loin d'assécher le compartiment déjà humide par d'autres causes, elle aggrave cette humidité. Ce défaut exige le fréquent renouvellement des nattes et un local pour les faire sécher.

Aux époques de froid intense, l'eau qui se trouve dans les tuyauteries et même celle des chaufferettes se congèlent fréquemment.

La barre Radelet pèse 12 kilogram[illegible] Ce poids diminue progressivement par l'us[illegible] Cette barre emmagasine 1,452 calories.

Il est agréable d'entrer dans un compar[illegible] ment ainsi chauffé.

La chaufferette Radelet acquiert son maximum de chaleur après placement et peu atteindre, pendant un moment très court, 90°; quand ce cas se présente, il peut constituer un inconvénient pour les voyageurs.

La durée d'action des chaufferettes Radelet, atteignant cinq et demie à six heures, suffit pour les plus longs parcours en Belgique, ainsi qu'il résulte des courbes de refroidissement.

La chaufferette Radelet a toujours pour effet de chasser l'humidité, sous quelque forme qu'elle se soit produite dans le compartiment, et, par là, rend le nettoyage facile.

Le système Radelet ne présente aucun inconvénient dérivant spécialement des fortes gelées.

[illegible]

Ordre d'allumage donné à 8 h. 30 m. du matin.
Allumage terminé à 8 h. 46 m.
Constatations à 9 h. 45 m.
T (température extérieure) = 0° c.
T' (température intérieure d'un compartiment constatée au moyen d'un thermomètre attaché à deux tiers de hauteur de la voiture, c'est-à-dire au niveau des filets) = 1° c.
T² (température extérieure de la surface de la chaufferette de droite) = 50° c.
T³ (température extérieure de la surface de la chaufferette de gauche) = 42° c.
Le tableau ci-dessous donne en résumé les constatations à l'aller :

Heures	T	T'	T²	T³	*Observations.*
8.45	0° c.	»	»	»	Allumage.
9.45	0°	10° c.	50° c.	42° c.	
10.15	0°	10°	55°	48	Le vent arrive du côté gauche.
10.30	0°5	12°	57	31	L'ouverture des portières abaisse chaque fois la température intérieure du compartiment de 5° c.
11	1°	12°	48	30	
11.45	1°5	14°	42	30	
12.15	1°5	14°5	40	35	Le vent arrive du côté droit.
12.30	1°5	14°	42	36	Aucune extinction en cours de route.

Le train a été éteint à l'arrivée à Ostende.
La consommation moyenne par bec Bunzen et par heure s'est élevée à l'aller à 52 litres.
Résultats obtenus au retour :

Heures	T	T'	T²	T³	*Observations.*
3.30	+ 2° c.	3° c.	»	»	Allumage.
4	+ 2°	9°	35° c.	40° c.	
4.30	+ 2°	13°	40°	44°	
5.30	+ 2°	14°	30°	35°	
6.30	+ 2°	16°	36°	46°	
6.45	+ 2°	15°	41°	51°	Aucune extinction.

Consommation moyenne, 51 litres par bec et par heure.
Conclusions : Par une température ordinaire d'hiver de + 5° c., la température obtenue à l'inté-

rieur des compartiments serait suffisante. Mais, pour de grands froids, il y a lieu de tâcher d'obtenir un effet utile plus élevé.

En conséquence, la Commission décide de faire renvoyer le train à l'atelier central des voitures, à Malines, pour faire retirer une partie du coton de laitier placé comme garde entre le foyer et la tôle sur laquelle se posent les pieds des voyageurs.

III. — Chauffage au pétrole.

Indépendamment de ces essais de chauffage au gaz, les chemins de fer de l'État belge étudient et expérimentent un système de chauffage au pétrole.

La chaufferette à pétrole, représentée par la planche XXIII, a été placée dans un compartiment d'une voiture.

La consommation horaire est de 35 à 40 grammes par bec, soit de 70 à 80 grammes par compartiment.

La plaque en cuivre formant le dessus de la chaufferette a atteint une température de 70° c., la température extérieure étant de 6°.

La flamme est blanche et normale quand le tirage est régulier et qu'il n'est pas contrarié par les coups de vent.

Ceux-ci pénètrent parfois dans la cheminée, refoulent les produits de la combustion, empêchent l'air d'arriver au bec et produisent conséquemment une flamme fuligineuse. Ces coups de vent provoquent parfois l'extinction. C'est la pierre d'achoppement du système.

Il s'agit de trouver un chapeau de cheminée permettant l'évacuation de la fumée, quels que soient le mouvement du train, la vitesse et la direction du vent. C'est là le but des recherches que l'on fait actuellement.

L'ingénieur en chef de la traction et du matériel,
Blancquaert.

DISCUSSION EN SECTION

(2e SECTION)

PREMIÈRE PARTIE :

Littéra A

ÉCLAIRAGE DES TRAINS

Séance du 21 septembre 1887 (matin)

PRÉSIDENCE DE M. BELPAIRE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BANDERALI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. DERY

M. le Président. Je prie M. Dery, ingénieur au chemin de fer de l'État belge, de faire rapport sur le littéra *A* de la question XIII : *Éclairage des trains.*

M. Dery donne lecture de l'exposé qui a été publié dans le *Bulletin* (1).

M. le Président. Nous avons à examiner différents systèmes d'éclairage. Il existe tout d'abord l'éclairage aux huiles végétales. Croyez-vous qu'il soit utile de discuter cette question? Ne pensez-vous pas que l'on a fait tout ce que l'on a pu pour arriver au meilleur résultat possible et que nous pouvons ne pas nous en préoccuper davantage? Est-ce que les lampes maintenant en usage ne réalisent pas le maximum de ce que l'on a pu obtenir par ce moyen ?

(1) Voir vol. I, n° 7, juillet 1887, 1er fasc., p. 286.

M. Polonceau (*France*). La Compagnie du chemin de fer du Nord français a un éclairage à l'huile végétale qui donne complète satisfaction. Il procure un pouvoir éclairant très considérable dans les compartiments.

M. le Président. C'est ce qui est dit.

M. Polonceau. Seulement, il faut avoir un personnel très soigneux comme celui de la Compagnie du Nord français et veiller à ce que la chose soit suivie dans ses moindres détails. Sinon, il serait difficile d'employer un système pareil. Il est certain que l'éclairage du Nord français est parfait.

M. le Président. Nous conclurons que, pour l'éclairage aux huiles végétales, on a l'appareil le meilleur que l'on puisse avoir, tout en réservant la question des soins à lui donner.

M. Delebecque (*France*). Le service du matériel du Nord français n'est pas chargé de l'éclairage. Celui-ci est confié à l'exploitation.

M. Ubicini (*Italie*). Nous avons commencé à introduire le gaz il y a peu de temps. Nous avons des lampes qui donnent d'assez bons résultats. Quand elles sont bien entretenues, on peut lire en tous les points du compartiment.

M. le Président. Je crois que nous avons assez parlé des lampes à l'huile végétale. Nous pourrions passer à l'emploi des huiles minérales qui, s'il y a moyen de les utiliser convenablement, constituent une économie notable.

Y a-t-il des appareils alimentés par les huiles minérales qui aient donné satisfaction?

M. Polonceau. Nous avons, à la Compagnie d'Orléans, plusieurs milliers de lampes Shillis et Thomas qui donnent pleine satisfaction. M. le rapporteur a signalé qu'il y avait deux lampes dans nos compartiments. Quand on a remplacé les lampes à l'huile ordinaire par celles-là, on en a mis deux. On pourrait n'avoir qu'une seule lampe, mais à cause de la façon dont notre matériel était construit, on en a adopté deux.

Quant à la température que peut atteindre l'huile, elle est indiquée dans le rapport comme étant de 50 à 60 degrés. D'après toutes nos expériences, cette température n'atteint jamais plus de 38 à 40 degrés. Une circulation d'air très active est assurée autour du réservoir avec de l'air pris dans le compartiment. La question d'inflammabilité de ces huiles peut être laissée de côté. Dernièrement nous avons apporté à cette lampe quelques modifications de détail parce que

l'huile en découlait. Nous avons voulu nous rendre compte si un danger quelconque d'incendie existait. Nous avons installé dans une cour d'atelier une charpente avec du bois léger. Nous avons à plusieurs reprises démoli le tout, lampes allumées, nous ne sommes jamais parvenus à mettre le feu à l'ensemble ou à une partie quelconque. Par conséquent, nous croyons qu'au point de vue de l'incendie, il n'y a aucune crainte à avoir. La lampe Shallis et Thomas a le grand avantage d'être indépendante du wagon.

On peut la transporter partout. On n'est pas obligé d'avoir des réservoirs et, par suite, on n'augmente pas le *poids mort du véhicule*. On n'a pas besoin d'avoir des usines à gaz. Les wagons ne doivent pas revenir à un endroit fixe pour emmagasiner le gaz. Nous étudions en ce moment une autre lampe qui donnera peut-être des résultats encore plus avantageux. Comme nous ne sommes encore que dans la période d'essai, je dois me borner à signaler le fait.

M. Belleroche (*Belgique*). Nous avons quelques lampes Shallis et Thomas qui nous donnent toute satisfaction.

M. Polonceau. Les lampistes avaient trouvé que, pour éteindre ces lampes, il était commode de les secouer; mais, par suite de ces secousses, l'huile jaillissait; et quand ils remettaient la lampe, l'huile était répandue dans tout l'appareil. Cet inconvénient est supprimé avec la lampe que nous étudions actuellement. Dans d'autres cas, les lampistes allumaient les lampes dans la lampisterie. Ils prenaient la lampe et la jetaient à un collègue à la partie supérieure du wagon. Dans ces conditions, il n'est pas étonnant que des suintements se soient produits; mais tout cela constitue de légers inconvénients, qu'une certaine surveillance a fait disparaître.

M. Ubicini. La lampe dont vous parlez est à pétrole ordinaire?

M. Polonceau. Non, à huile minérale lampante. Celle-ci s'enflamme à 126 degrés. Elle ne doit pas s'enflammer à 125 degrés, sa densité à + 15 degrés varie entre 0.825 et 0.832. Cette huile peut provenir de la rectification des pétroles d'Amérique, des naphtes de Russie ou des huiles de Boghead d'Écosse; pour les huiles provenant de Russie, la densité peut être comprise entre 0.850 et 0.860.

M. le Président. Dans votre opinion, il est dangereux de faire emploi d'huiles inflammables à moins de 126 degrés.

M. Banderali. Le représentant de l'inventeur de ces lampes à Paris, M. Marchisio, dit qu'on peut aussi employer des huiles de pétrole ordinaire.

M. Polonceau. On peut employer d'autres huiles minérales, mais celle que j'ai indiquée est la plus avantageuse comme pouvoir éclairant et présente la plus grande sécurité au point de vue de l'inflammabilité. Elle n'est pas notablement plus chère.

M. le Président. Je crois que nous pouvons nous arrêter dans cette discussion. Il résulte de tout ce que vient d'être dit qu'on peut arriver à employer le pétrole pour l'éclairage des voitures, dans des conditions très avantageuses. Comme quantité de lumière donnée, au point de vue de la facilité de l'entretien des appareils et surtout au point de vue de l'économie, on peut avoir recours à cet éclairage sans qu'il y ait aucun danger pour les voyageurs. Je crois que c'est là tout ce qu'il faut dire.

Nous passons donc à l'éclairage au gaz; j'entends nécessairement parler du gaz riche, puisque si l'on ne prenait pas du gaz riche, il faudrait des réservoirs trop considérables. Il y a deux systèmes : celui qui établit une intercommunication entre les voitures et celui qui consiste à avoir un réservoir par véhicule. L'un et l'autre système sont en service. Croyez-vous qu'il y ait grands inconvénients à supprimer l'intercommunication, c'est-à-dire à devoir alimenter les réservoirs de tous les véhicules au lieu de pouvoir alimenter tout un train à la fois?

M. Parent (*France*). Tout le monde est d'accord sur ce point, qu'il est préférable d'avoir des véhicules séparés.

M. Mayer (*France*). L'alimentation se fait dans le train tout formé. Il y a une bouche en face de chaque voiture.

M. le Président. Cela se fait sur le Métropolitain. On peut y avoir des trains composés de la même manière, des voitures de même longueur. La conclusion qu'il y a lieu de faire porter à chaque voiture son réservoir de gaz. N'en résulte-t-il pas un inconvénient sérieux dans le service pour l'alimentation?

M. Henry (*France*). Pour les trains qui doivent être déformés sur les lignes de long parcours, l'inverse aurait de grands inconvénients.

M. Mayer. On a parlé de gaz riche. Il y en a de plusieurs espèces.

M. le Président. Nous allons nous en occuper. Le gaz riche exige l'établissement d'usines assez nombreuses. On ne trouve pas du gaz riche partout.

M. Mayer. Il faut le faire.

M. le Président. C'est donc une très grande sujétion. Si, au contraire, on pouvait avoir recours au gaz courant, il en résulterait un grand avantage. M. le rapporteur vous l'a dit, c'est ce qui nous a préoccupés singulièrement. Nous avons cherché à trouver un appareil alimenté au moyen du gaz courant enrichi ensuite par de carburateurs. Nous avons fait quelques essais. Nous en sommes satisfaits.

Dans ces conditions, nous pourrions organiser notre service tout d'abord sans usine spéciale pour la fabrication du gaz riche. Nous prendrions le gaz courant dans les différentes villes. Il ne nous faudrait que des compresseurs pour alimenter nos réservoirs. Chez nous, ce sont les fourgons qui portent ces réservoirs; chez d'autres, ce sont les différentes voitures qui en sont munies. Au moment de l'allumage, la lumière n'est pas intense, elle est même assez faible. Mais au bout de peu de temps, l'albocarbone, qui sert à carburer le gaz, se trouve à un degré de chaleur suffisant pour que l'éclairage ait lieu dans des conditions convenables. C'est à peu près un bon quart d'heure après le premier allumage.

M. Ubicini. Peut-on comparer le pouvoir éclairant de ce gaz carburé avec celui du gaz riche?

M. le Président. Il est plus éclairant. M. le rapporteur dit que lorsqu'on comprime un gaz, on l'appauvrit singulièrement. On fabrique du gaz riche; puis, en le comprimant, on le rend pour ainsi dire mauvais.

M. Ubicini. Le système le plus généralement employé est celui du gaz riche.

M. le Président. Il faut voir aussi ce qu'il coûte.

M. Ubicini. Naturellement.

M. Parent. Le gaz fabriqué par le procédé de M. Dery donne d'excellents résultats économiques, d'après ce que nous avons vu en Belgique. Je crois cependant, monsieur le Président, que vous exagérez la sujétion causée par l'emploi du gaz riche ordinaire. Sur le chemin de fer de l'État français, où nous employons le gaz riche, nous avons deux usines seulement. Nous prenons ce gaz riche dans les usines et nous l'emmagasinons dans des réservoirs que nous transportons sur les différents points du réseau où l'on charge les voitures.

M. le Président. C'est un transport assez coûteux.

M. Parent. Non, c'est simplement un wagon à ajouter à certains trains de

marchandises. Je ne méconnais pas d'ailleurs la simplicité et les grands avant[illegible]ges du système Dery, que j'ai étudié très complètement sur place; et si nous a[illegible]ons reculé devant l'essai de ce système à l'État français, c'est uniquement parce que nous avons reconnu qu'il ne pouvait aboutir à une application étendue pou[illegible]r la raison que nous étions déjà trop lancés dans l'emploi du gaz riche.

M. le Président. Nous aussi nous sommes obligés, comme le nombre de [illegible]nc usines à gaz riche est restreint, de combiner notre service de manière à rame[illegible]ene la circulation à son minimum.

M. Ubicini. Nous sommes obligés de faire la même chose.

M. le Président. Seulement, il y a cette restriction : si l'on n'a pas d'usi[illegible]ne à gaz riche à construire, il faut néanmoins, lorsqu'on emploie le gaz courant, a[illegible]voir des compresseurs.

M. Mayer. Il faut aussi, dans ce cas, des usines et des transports.

M. le Président. Vous pouvez avoir vos compresseurs en un assez gr[illegible]and nombre d'endroits.

M. Mayer. Ce sont de petites usines.

M. le Président. Parfaitement. Il y a moins d'inconvénients à établir ces c[illegible]om-presseurs que d'avoir des usines pour la production du gaz riche.

M. Mayer. Il y a plusieurs espèces de gaz riche. En général, j'ai toujo[illegible]ours entendu appliquer ce mot à autre chose qu'au gaz d'huile que nous employ[illegible]ons depuis 1881 pour l'éclairage des trains. Le gaz riche était fabriqué avec [illegible]le bo[illegible]. Il a [illegible] éclairant que l'huile de l'autre. C'est le gaz qui se[illegible]t à

M. le Président. On a également tenté d'utiliser l'air comprimé. Je crois que M. Westinghouse a fait quelques essais à cet égard. Ce système offre de grands inconvénients. Les vapeurs sont dangereuses. Quand vous comprimez du gaz courant, vous pouvez immédiatement allumer le bec et lui faire chauffer son carburateur.

M. Henry. Nous avons eu pendant quelques semaines, sur le Paris-Lyon-Méditerranée, le wagon dynamomètre de M. Westinghouse qui était éclairé à l'air comprimé carburé; l'éclairage marchait très convenablement. Mais il nécessitait l'usage d'essences tellement volatiles et inflammables que je n'oserais pas en généraliser l'emploi, à cause du danger de leur manipulation.

M. Dery. M. Westinghouse lui-même y a renoncé.

M. Dieudonné (*France*). Pour l'éclairage au gaz employé sur la ligne de l'Est, nous avons obtenu une grande économie en ajoutant à la distillation, aux huiles d'Écosse, les résidus d'huile provenant des boîtes. Le pouvoir éclairant du gaz provenant de ces résidus, qui étaient de la matière perdue, a été trouvé aussi satisfaisant que celui des huiles d'Écosse. Nous avons maintenant une série d'expériences de laboratoire organisées et je crois être à même d'affirmer que le pouvoir éclairant est assez constant avec les précautions que nous avons prises dans le cours des fabrications. De la sorte, nous avons une production économique de pouvoir éclairant assez considérable.

M. le Président. Nous avons quelque chose d'analogue. Nous avons mis en adjudication toutes nos vieilles graisses à la condition qu'on nous fournisse en échange des matières pour notre fabrication de gaz.

M. Dery. Dans les grands réservoirs, il se produit au bout d'un certain temps un dépôt de matières liquides qu'on peut utiliser également.

M. Verloop (*Pays-Bas*). N'y a-t-il pas moyen d'enrichir le gaz ordinaire dans les usines au lieu de le faire sur les voitures?

M. Dery. Lors de la compression, il y aurait dissociation.

M. Verloop. Ne pourrait-on pas l'enrichir après la compression?

M. Dery. Il n'y a pas moyen. Les essais faits dans ce but n'ont pas abouti.

M. le Président. Je vous propose, messieurs, de passer à l'éclairage électrique. Croyez-vous que cet éclairage soit quelque chose de pratique?

M. Henry. Nous pourrions nous en tenir aux conclusions du rapport.

M. Banderali. La question est encore assez nouvelle pour qu'on la laisse ouverte jusqu'à plus ample expérience. Par conséquent, nous nous bornerons à constater le *statu quo* aussi bien pour les moyens de produire l'électricité dans les trains que pour la production de la lumière. Dans des voitures de la Compagnie internationale des wagons-lits, nous avons vu figurer la lumière électrique. Rien n'est plus agréable pour les voyageurs. Mais la Compagnie a trouvé de grosses difficultés à employer dans les voitures les accumulateurs, qui sont d'un poids considérable et d'un entretien très coûteux.

M. Nagelmackers (*Belgique*). Nous avons abandonné l'emploi des accumulateurs parce que les résultats n'étaient pas suffisants et nous avons renoncé à l'usage des piles, qui coûtaient trop cher. Ces piles étaient excellentes au point de vue de l'éclairage et de leur marche, mais elles étaient trop dispendieuses.

M. Polonceau. Nous avons essayé à la Compagnie d'Orléans de faire des essais d'éclairage électrique avec le système Desruelles, mais au bout de peu de temps le système se détraquait et ne fonctionnait plus.

M. Banderali. J'ai vu l'éclairage des trains de Londres à Brighton et il était très satisfaisant.

M. Polonceau. C'était un train de luxe.

M. le Président. Ne pensez-vous pas que nos machines ont déjà assez à faire

DEUXIÈME PARTIE :

Littéra B

CHAUFFAGE DES TRAINS

(PLANCHE XXIV)

Séance du 21 septembre 1887 (après midi)

PRÉSIDENCE DE M. BELPAIRE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. BANDERALI

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. BELLEROCHE

La séance est ouverte à 4 heures 1/4.

M. le Président. La parole est à M. Belleroche, ingénieur, chef de service au chemin de fer Grand Central Belge, pour faire l'exposé de la question du *Chauffage des trains.*

M. Belleroche. La note que j'ai eu l'honneur de présenter au Congrès, comme exposé sommaire des éléments de la question du chauffage des trains ([1]), est un commentaire des désidérata adoptés dans la session de 1885 à Bruxelles.

Elle fait ressortir les difficultés du problème, et celles-ci sont telles que l'on peut se demander s'il existe un mode de chauffer à même de satisfaire à tous les désidérata formulés et de se prêter à toutes les conditions d'emploi, en comprenant sous cette dénomination :

Les habitudes et le tempérament de la clientèle,
Le type et la nature du service des voitures,
La diversité et la variabilité des climats.

Les éléments dominants mis en évidence sont :

Le chauffage par les pieds,
Le chauffage des compartiments,
La multiplicité ou l'unité des foyers.

([1]) Voir vol. I, n° 7, juillet 1887, 1er fasc., p. 315.

La question est ainsi libellée :

« Quels sont les résultats obtenus par les nouveaux modes de chauffage ? »

Il faut considérer comme nouveaux modes de chauffage :

En fait de chaufferettes fixes :

Les chaufferettes à eau avec foyer à briquettes de l'Ouest français,
Le thermosiphon modérable de l'Est français,
Les chaufferettes au pétrole et au gaz de l'État belge,
Le chauffage continu à circulation d'eau du Grand Central Belge.

En fait de chaufferettes mobiles :

Les chaufferettes à longue durée, système Ancelin et système Radelet.

Pour être complet, je dois mentionner en outre :

En fait de chauffage à la vapeur :

L'emploi des tuyaux de chauffe à double enveloppe, décrit dans l'*Organ* Heusinger von Waldegg, n° IV, 1887,

L'emploi d'un mélange d'air et de vapeur breveté récemment en Allemagne ; cette idée a été essayée et abandonnée par le Grand Central Belge en 1881.

Enfin :

Le thermosiphon à eau chaude, chauffé par la flamme du bec à gaz de l'éclairage, essayé en Écosse, d'après l'*Engineering* ; cette idée a déjà été citée dans l'ouvrage de M. Regray sur le chauffage des voitures.

M. Polonceau (*France*). On a fait des travaux intéressants sur le chauffage par la vapeur; il peut présenter une certaine complication, mais il me paraît apporter la solution à laquelle nous serons obligés d'arriver dans l'avenir. Je crois que ce qui a rendu ce système en général peu populaire et ce qui a amené de fréquentes réclamations, c'est l'impossibilité de le régler. Dans l'origine, on en était absolument cuit ou glacé; dans ces derniers temps, on l'a modifié; pour rendre la température moins élevée, on a diminué la section du robinet qui admet la vapeur dans les tuyaux (on ne le ferme pas complètement, car la vapeur se condenserait et amènerait une rupture des tuyaux en cas de gelée); cette modification n'a pas atteint le but cherché; la vapeur passe plus vite mais en quantité presque égale. Je crois qu'il serait possible de mieux réussir en établissant une série de tuyaux dans l'intérieur des compartiments et en en fermant un certain nombre pour diminuer la chaleur; les tuyaux que l'on supprimerait en cas de besoin ne seraient pas dans la conduite générale, ce qui rendrait leur isolement possible, et des robinets de vidange s'ouvriraient en même temps qu'on arrêterait l'admission de vapeur.

Différentes Compagnies emploient le thermosiphon; elles en sont satisfaites, mais ce système est compliqué. A la Compagnie d'Orléans, nous l'avons adopté pour une partie de nos voitures de luxe. Nous avons également le chauffage au moyen de bouillottes à acétate de soude, qui donne de bons résultats; nous pouvons aller de Paris à Bordeaux en ne faisant qu'un remplacement à Poitiers.

A la Société Autrichienne-Hongroise privilégiée des chemins de fer de l'État, nous avons adopté pour les voitures de 1re et 2e classe et les voitures de luxe, un système qui consistait à avoir sous le brancard un poêle suspendu dans lequel on mettait simplement du charbon; l'air *extérieur* venait s'échauffer autour du poêle et passait dans les divers compartiments. La surface de chauffe du poêle était divisée en autant de parties qu'il y avait de compartiments dans la voiture et chaque partie correspondait à un compartiment; avant cette disposition, quand le vent donnait dans un sens ou dans l'autre, la chaleur se répandait inégalement; depuis, nous avons eu des résultats satisfaisants. Dans chaque compartiment, une manette permettait de réduire la section de l'air chaud introduit dans le compartiment et de donner au voyageur exactement la température qu'il désirait avoir. Ce système était absolument complet en ce sens que l'excès d'air chauffé était lancé dans l'atmosphère sans passer par les compartiments.

Malgré ces avantages, je crois le système de chauffage à la vapeur préférable.

Ce système a le grand avantage de supprimer dans les gares toutes les installations de bouillottes, manutentions, transports, et d'éviter les difficultés que cause

le thermosiphon. Il y a encore à considérer que le poids mort le moins élevé est obtenu avec le chauffage par la vapeur.

Cette question est encore à l'étude. On ne peut pas exprimer d'une manière absolue une opinion à cet égard. J'ai cru utile de soumettre ces indications à la section.

M. le Président. Vous prenez la vapeur sur la machine ?

M. Polonceau. Oui. La quantité de vapeur qu'on prend sur la locomotive est insignifiante. Cela ne gêne pas la vaporisation.

M. le Président. Au point de vue du chauffage des voitures avant le départ, cela ne vous oblige-t-il pas de mettre la machine en tête du train ?

M. Polonceau. Pour avoir un chauffage complet du train, il faut faire arriver la machine un peu en avance. En général, elle arrive dix minutes avant l'heure de départ. Cela est suffisant.

M. le Président. Pour avoir la température voulue ?

M. Polonceau. Pas voulue, mais une température suffisante. En Allemagne et en Autriche, ce système est adopté par plusieurs Compagnies.

M. Belleroche (*Belgique*). Ce que dit M. Polonceau est confirmé par ce que je sais de personnes au courant de la question sur la tendance qui existe en Allemagne. Actuellement, en Allemagne, le chauffage à la vapeur l'emporte sur les autres. Voici ce que dit mon rapport :

Au Grand Central, nous avons essayé, parallèlement, le système à la vapeur et le système à circulation générale d'eau chaude. Les voyageurs ne sont pas satisfaits du premier, quoique nous l'ayons appliqué d'une façon spéciale, en harmonie avec nos habitudes. Nous l'avons monté comme chauffe-pieds. Le chauffe-pieds du milieu de la voiture est en contre-bas; en dessous, se trouve un réservoir de vapeur condensée; de cette façon, la vapeur n'a pas à vaincre la résistance de l'eau qui, dans la disposition ordinaire, se trouve dans les tuyaux d'accouplement, ce qui est une des causes de déperdition de chaleur. La manœuvre de la vidange se fait automatiquement par l'action des freins continus.

Quant à la comparaison du chauffage à la vapeur et du chauffage continu par la circulation d'eau chaude, elle est en faveur de ce dernier. Nous sommes arrivés à avoir une température égale d'un bout du train à l'autre. L'eau part de la machine et y revient, ce qui fait que la moyenne de la température des chaufferettes dans toutes les voitures est uniforme. Nous sommes maîtres de cette température par la quantité d'eau que nous faisons circuler dans le train et qui est distraite, au moyen d'un appareil de dérivation, du jet d'un injecteur fonctionnant constamment.

Nous pouvons donc régler la température par deux moyens : d'abord, en variant la quantité de l'eau lancée dans le train; ensuite, en faisant varier sa température. Nous devons arriver à réaliser le désidératum le plus sérieux adopté à Bruxelles : celui de l'égalité et de l'uniformité de la température dans toutes les voitures. On peut proportionner cette température à la rigueur des climats; qu'il fasse chaud ou froid, on pourra faire ce que l'on voudra, quand on voudra, comme on voudra.

M. Polonceau. Alors, vous avez deux accouplements?

M. Belleroche. Oui.

M. Polonceau. Quand je parle du chauffage à la vapeur, ce n'est pas de celui que vous avez en vue comme chauffe-pieds. La température est trop élevée. Elle doit gêner les voyageurs.

M. Belleroche. Les tuyaux de chauffe, logés sous le plancher, sont recouverts par une plaque de tôle perforée, au niveau de celui-ci.

Nous avons expérimenté, en 1881, le mélange d'air et de vapeur, au moyen d'un appareil Korting. Notre but était de modérer la température de la surface de chauffe et de diminuer l'écart de température qui existe entre les premières et les

dernières voitures d'un train comprenant un certain nombre de véhicules. Ces essais n'ont pas eu de suite.

M. le Président. Convient-il de chauffer seulement les pieds ou faut-il surtout chauffer l'atmosphère des voitures?

M. Banderali. Cela dépend des goûts et des habitudes.

M. Antochine. Combien de voitures pouvez-vous chauffer ainsi?

M. Belleroche. Avec quinze voitures, nous arrivons à une atmosphère et trois quarts de pression à la locomotive; je parle du système à eau chaude.

M. Polonceau. Par ce mode de chauffage, ne risque-t-on pas, en cas d'accident, d'occasionner des brûlures aux voyageurs?

M. Belleroche. Nous n'avons pas encore eu d'accident. Nos chaufferettes se rompent sous une pression de 30 atmosphères. Le chauffage à la vapeur est soumis au même reproche, ainsi que le thermosiphon.

M. le Président. Ne faut-il pas d'abord reprendre l'examen des bouillottes et voir si elles ne sont pas un moyen de chauffage qu'on doit abandonner le plus tôt possible?

M. Dery (*Belgique*). A l'État belge, nous avons essayé des bouillottes spéciales du système Radelet, faites à l'aide d'une barre d'acier rougie qui pèse 5 à 6 kilo-

M. Henry. Quel est le nombre maximum de bouillottes que vous avez à chauffer pour satisfaire au mouvement des trains?

M. Dery. C'est assez variable.

M. Henry. Comme maximum ?

M. Dery. Nous n'avons qu'un four allumé qui nous a admirablement servi à la gare de Bruxelles-Nord.

M. le Président. Nous n'avons appliqué le système que sur la ligne du Luxembourg. Nous nous en sommes si bien trouvés que nous comptons l'étendre à plusieurs autres lignes. Nous avons dans nos stations terminus des fours disposés d'une manière spéciale afin d'arriver à un échauffement aussi prompt que possible des différentes barres.

M. Henry (*France*). Nous employons depuis quatre à cinq ans, sur deux de trains entre Paris et Nice, des bouillottes à acétate de soude. Elles donnent bons résultats et elles nous ont permis de supprimer entre Paris et Nice quatre tes de changement de bouillottes. Nous ne changeons plus qu'à Lyon et à rseille; il convient de dire que, par les très grands froids, les bouillottes à tate de soude ne sont plus bien chaudes à l'arrivée à Lyon. Malheureusement, aut plus d'une heure pour réchauffer ces bouillottes. Aussi faudrait-il des installions très considérables dans les gares où l'on a un grand nombre de bouillottes réparer, comme par exemple à Lyon-Perrache, où, à certains moments de la rnée, on doit chauffer 600 bouillottes à l'heure. Pour ces 600 bouillottes à étate de soude par heure, il faudrait 30 à 40 tricycles spéciaux portant des niers de 20 bouillottes chacun, et une capacité de réchauffage de près de mètres cubes. C'est presque une impossibilité matérielle et c'est grand dommage, car le système serait bon sans cela. Il n'est pas plus cher comme dépense rnalière que celui des bouillottes ordinaires. Il se prête à tous les systèmes de tériel et à toutes les formations et déformations de trains. Nous l'aurions ndu, n'était la durée nécessaire pour le réchauffage. C'est pourquoi je m'inète beaucoup de la possibilité de chauffer vite un grand nombre de bouillottes je demande combien de temps il faudrait, non pas seulement pour rougir les rres de fer des bouillottes dont vient de parler M. Dery, mais pour faire la éparation complète de ces bouillottes.

M. Dery. Cela va très vite. Il y a des barres rougies à l'avance.

M. Henry. Je le répète, nous considérerions le système de l'acétate de so comme pratique, n'était la durée du réchauffage, qui rend presque impossible service courant la préparation du grand nombre de bouillottes que nous avons chauffer sur certains points.

M. le Président. Il n'y a que cet inconvénient?

M. Henry. Je n'en vois pas d'autre. L'acétate de soude ne supprime pas, d façon absolue, le dérangement imposé aux voyageurs par le service des bouillo mais j'estime que lorsque ce dérangement ne se produit que deux fois 1,100 kilomètres, il n'y a pas lieu de s'en plaindre.

M. Dieudonné (*France*). Les bouillottes à acétate de soude ont été essayées réseau de l'Est. Nous y avons relevé un autre inconvénient : il faut que la pér de chauffage utile se prête bien aux durées du trajet et au roulement des voitu Sur nos lignes, nous serions obligés de partager en deux la durée du trajet de Paris à la frontière. Le système perdrait une partie de son économie, puis chacune de ces périodes serait notablement inférieure à six heures.

Nous avons également expérimenté ces bouillottes sur nos trains de banl Mais les roulements de nos voitures sont tels qu'on est obligé de les faire stat ner assez longtemps à chaque point du trajet avant leur retour sur Paris.

Dans ces conditions, nous éprouverions encore un inconvénient analogue, c à-dire que la durée de six heures ne se prêterait plus à un chauffage convo depuis le départ de Paris jusqu'au retour.

Ce système de chaufferettes, qui nous a donné toute satisfaction au point de du chauffage, pourra rendre de très grands services quand on aura un servic voitures qui y sera adapté.

M. van Hasselt (*Pays-Bas*). Il faut chauffer ces bouillottes à l'intérieur et pas à l'extérieur. Voici comment nous procédons. Nous introduisons à l'intér un serpentin et nous faisons circuler la vapeur. De cette manière, nous pou les chauffer en un quart d'heure. L'installation est chère. Néanmoins, nous y tr vons encore du profit parce qu'il nous faut moins de chaufferettes qu'auparav Nous faisons emploi de ces chaufferettes depuis environ six ans et elles marc bien. Ces chaufferettes ont un petit robinet qui permet en les retournant, qu elles ont été refroidies, de leur rendre la chaleur.

M. le Président. Comment opérez-vous ce chauffage intérieur?

M. van Hasselt. On les met debout, et on y fait circuler la vapeur à l'aide d'une machine. Ces chaufferettes sont assez chères; elles coûtent environ 80 francs.

M. Henry. Sur quel chemin de fer les emploie-t-on?

M. van Hasselt. En Hollande.

M. Dery. N'avez-vous pas fait des essais à l'acétate de potasse.

M. van Hasselt. Non.

M. Mayer (*France*). Je demande à donner quelques explications sur l'acétate de soude, que nous avons commencé à expérimenter il y a six ans.

Les bouillottes à acétate de soude ne sont pas ce qu'on peut espérer de meilleur; mais elles présentent un grand avantage sur les chaufferettes à eau chaude : c'est qu'on les renouvelle moins souvent. En somme, ce chauffage donne satisfaction. La difficulté de la surfusion, qui se présente encore quelquefois, paraît avoir été vaincue en Hollande. Il suffirait, paraît-il, de faire toujours naître la surfusion. Une fois qu'on l'a obtenue et qu'on l'a ensuite vaincue, on assure qu'elle ne se reproduit pas dans le cours du même voyage. Si ce procédé est pratique, on pourrait y donner suite.

La qualité de l'acétate est aussi à envisager. Il y a l'acétate à un équivalent d'eau et l'acétate à plusieurs équivalents d'eau.

M. Banderali. Qu'entendez-vous exactement par la surfusion?

M. Mayer. La surfusion est le phénomène en vertu duquel la température baisse sans que le sel se solidifie. Ce phénomène a été gênant dans les commencements.

M. Banderali. Si la solidification se faisait rapidement, vous auriez tout de suite une production considérable de chaleur et ensuite une chaufferette froide.

M. Mayer. La température s'abaisse par un phénomène physique assez mal connu, sans que la solidification se fasse et sans que le sel cède sa chaleur au dehors. Mais à un certain moment, en secouant l'appareil, la solidification commence, la température s'élève, la masse cède la chaleur et la chaufferette fonctionne.

Le procédé dont j'ai entendu parler, et auquel je faisais allusion tout à l'heure, consiste à susciter le phénomène du retard de la solidification, afin qu'il y ait toujours surfusion, puis à le faire cesser au moyen d'un mouvement intérieur causé,

je crois, par une rentrée d'air. A partir de ce moment, le phénomène ne se reproduit plus.

M. van Hasselt. Ces chaufferettes dont parle M. Mayer restent chaudes pendant six heures et sans que leur sel se solidifie. On peut les conserver pendant à peu près sept heures à une température d'environ 40 degrés sous des couvertures. Le lendemain, on n'a qu'à ouvrir un petit robinet. La solidification commence et l'on a de nouveau une source de chaleur pouvant servir quatre heures.

Nous avons un train qui se rend d'Amsterdam au Helder en trois heures. Le dernier train quitte Amsterdam à huit heures du soir pour le Helder. Les chaufferettes restent à cette dernière station jusqu'au lendemain matin à six heures. Quand le train repart, on ouvre les robinets et il arrive à Amsterdam avec une température de 45 degrés. Nous avons pour tout le réseau un seul point, Amsterdam, où l'on prépare les chaufferettes.

M. Mayer. Je désire ajouter un mot sur le chauffage des lignes de banlieue. Nous avons beaucoup de ces lignes. Nous y avons employé ce système de chauffage en grand. Nous y avons trouvé l'avantage de ne pas devoir chauffer les chaufferettes à Paris. Le chauffage et le maniement de chaufferettes dans l'intérieur d'une gare comme celle de Saint-Lazare à Paris est chose difficile et embarrassante. L'inconvénient des chaufferettes à acétate est de se fissurer. Le sel sort par les fissures et l'eau entre dans l'intérieur : des réparations deviennent alors nécessaires. Pour éviter cet inconvénient, il faut que le chauffage se fasse dans des conditions telles que la masse puisse se dilater librement avant qu'elle soit liquide.

Je crois que ces difficultés disparaîtront avec le temps; seulement, on aura toujours des chaufferettes qu'il faudra introduire dans les voitures de temps à temps, ce qui est toujours une manipulation désagréable.

M. le Président. Il résulte de ce qui a été dit que les chaufferettes à l'acétate de soude sont un moyen pratique d'avoir un chauffage de longue durée.

M. Mayer. C'est un moyen pratique non parfait.

M. le Président. D'après l'expérience que nous avons faite, nous pouvons dire autant de la chaufferette Radelet. Là aussi, nous parvenons à doubler le temps d'utilisation dans les voitures.

Reste l'inconvénient du mode de chauffage de ces appareils, qu'il faut introduire dans les voitures et en retirer. Avec les voitures à compartiments, l'inconvénient

n'est pas grand. Mais il devient excessif dans les voitures à couloirs et à entière communication.

M. Henry. Le service avec chaufferettes mobiles est pratiquement impossible dans ces voitures-là.

M. le Président. Je le crois aussi.

M. Polonceau. Je crois qu'il faut distinguer, dans le chauffage des trains, les pays où les températures ne sont pas très basses en hiver et ceux où les froids sont excessifs. Les bouillottes qui suffisent dans les climats tempérés ne pourraient pas convenir dans les contrées très froides.

Au système des bouillottes ordinaires usité en France, par exemple, on peut reprocher la grande quantité de bouillottes qu'on doit faire circuler et les dérangements imposés aux voyageurs. On peut se demander si dans les gares à grand trafic ce ne serait pas une difficulté excessive.

M. Mayer l'a expérimenté à la Compagnie de l'Ouest. Il a dû faire chauffer les bouillottes non à Paris, mais dans d'autres stations.

Quant aux autres systèmes, à eau chaude, à poêles, à vapeur, ils sont appliqués sur un grand nombre de lignes en Europe, mais il n'est pas possible de dire quel est le meilleur système. On ne peut demander que de continuer les essais faits par les différentes Compagnies.

M. Mayer. Il est important de chauffer les pieds. Je suis de l'avis de mes collègues, le chauffage par les chaufferettes dans les pays très froids doit être insuffisant. Mais le chauffage qui a pour but de chauffer la masse de la voiture peut avoir au point de vue médical des inconvénients graves. J'ai entendu dire que ce chauffage risquait de produire des congestions.

M. Polonceau. Je ne partage pas tout à fait votre manière de voir. J'ai voyagé en Autriche avant le chauffage à la vapeur. J'ai constaté souvent que les bouillottes étaient désagréables sous les pieds. Ma première préoccupation quand j'arrivais dans un compartiment chauffé par des bouillottes était de mettre ma bouillotte sous la banquette et de rester enveloppé de mes fourrures.

M. Dery. Mais il y a des voyageurs sans fourrures.

M. le Président. Ne devons-nous pas conclure que si on pouvait se passer de la bouillotte, ce serait un résultat superbe?

M. Banderali. La bouillotte mobile est un moyen de chauffer les trains

barbare — permettez-moi le mot — et insuffisant lors des grands fr
les fois qu'on peut l'éviter, il faut le faire.

M. Mayer. Personnellement, j'ai fait des efforts inouïs pour éc
bouillottes, parce que je reconnais avec vous qu'elles ne sont ni agréa
modes. Mais nous y sommes toujours revenus. L'acétate de soude est
pas comme une solution définitive, mais comme une grande améli
bouillottes en ce sens qu'on les change moins souvent.

M. le Président. C'est un paliatif.

M. Mayer. Je maintiens que, pour la plupart des tempéraments, il
de chauffer les pieds.

M. le Président. Nous pouvons nous arrêter ici, je pense, en disa
sommes unanimes à reconnaître que la bouillotte est un moyen un peu
chauffer les trains.

M. le baron Prisse. Je demande que le mot « barbare » ne soit

M. le Président. Peu pratique, si vous voulez.

M. le baron Prisse. Il est pratique dans certains cas.

M. Mayer. Gênant.

M. le baron Prisse. Ne donnez pas de qualificatif.

dire. Au bout de 50 kilomètres, on doit s'arrêter. Le personnel attend que les voyageurs soient partis pour enlever les bouillottes.

J'habite un pays où il pleut et où il neige très souvent. La première pensée des voyageurs, dès qu'ils entrent dans une voiture de chemin de fer, est de chercher les bouillottes et de mettre les pieds dessus.

M. le Président. Nous tâcherons de mitiger le plus possible.

M. Henry. Il ne faut pas dire que l'emploi des bouillottes est incompatible avec les longs parcours, car nous avons des parcours de 1,100 kilomètres et nous n'employons que les bouillottes. D'ailleurs, on a bien exagéré l'inconvénient qu'elles présentent en raison des ouvertures de portières que leur changement nécessite. Aux arrêts des express, il y a bien peu de compartiments qui ne soient pas ouverts par les voyageurs eux-mêmes qui descendent pour un motif quelconque ou qui prennent place dans le train.

M. Banderali. Le jour, c'est incontestable; mais la nuit, surtout quand le compartiment contient des malades que le froid peut gravement indisposer?

M. Henry. La nuit aussi, car même la nuit, avec les longs parcours sans arrêts des trains express, sur les cinq ou six voyageurs d'un compartiment, il y en a toujours un ou plusieurs qui éprouvent le besoin de descendre à chaque arrêt. Certainement la bouillotte paraît incommode au premier abord. Elle ne serait sans doute pas suffisante si l'on avait toujours des températures de 10 ou 15 degrés au-dessous de zéro. Mais même par ces températures, que nous avons parfois aux environs de Dijon, nous avons la prétention de conduire nos voyageurs, non seulement sans les geler, mais encore en les chauffant très convenablement.

M. Mayer. Oui, vous les conduisez à Nice. (*Rires.*)

M. Henry. Même dans nos régions de l'Est, où, je le répète, la température est parfois très basse. Il ne faut pas condamner le système des bouillottes, car si on le rejetait aujourd'hui, on éprouverait un terrible embarras pour le remplacer d'une façon satisfaisante.

M. Banderali. Évidemment; il y a une question de tempérament, de convenance et d'habitude qui domine toute cette question. Il n'y a que quelque temps qu'il y a des bouillottes en Angleterre et encore faut-il les demander.

M. Henry. On ne chauffe les voitures de toutes les classes que depuis quelques années.

M. Banderali. Même les voitures de première classe ne sont pas normaleme[illegible]t chauffées en Angleterre.

M. Henry. Le système de la bouillotte a le grand avantage de s'adapter à toute espèce de matériel, à toutes les formations et déformations de trains. Av[illegible]c lui, on ne traîne l'appareil de chauffage que si l'on en a besoin. On le répare à loisir pendant l'été sans aucune immobilisation de voitures. Avec un appareil fi[illegible]e, tous ces derniers avantages disparaissent, il faut le traîner été comme hiver et sa réparation immobilise forcément la voiture.

M. Belleroche. On est en contradiction complète avec les décisions du Cong[illegible]s de Bruxelles.

M. Parent. Non, du moment qu'on reconnaît que ce n'est pas un outil parf[illegible]t.

M. Henry. Je reconnais avec vous que ce n'est pas un outil parfait, mais je répète qu'il ne faut pas le condamner si énergiquement, parce qu'il en coûter[illegible]it cher d'être obligé de le remplacer, si toutefois on y parvenait avantageusement [illegible]u point de vue du chauffage.

M. Banderali. Il n'est pas question de le condamner, mais de le réserver po[illegible]ur le cas où il suffit.

M. Henry. On l'a qualifié de barbare!

M. Belleroche. Les premiers désidérata adoptés par le Congrès de Bruxell[illegible]

faire contre l'emploi de la bouillotte est que sur des points où il y a un trafic considérable de voyageurs, la manutention des bouillottes peut présenter des difficultés.

M. Banderali. Ne peut-on, si rien de particulier ne s'est produit depuis la session de Bruxelles du Congrès, s'en tenir aux conclusions de 1885 et dire qu'il n'a pas été réalisé depuis lors de grands progrès ?

M. Nagelmackers. Sauf l'emploi de l'acétate de soude.

M. Banderali. Il y a un fait nouveau cependant que je demande la permission de vous signaler. Il y a eu récemment aux États-Unis de graves accidents de chemin de fer qui se sont tous terminés par une conflagration générale due aux poêles placés dans les voitures. Ces accidents ont jeté le public dans un tel émoi que les Compagnies de chemins de fer viennent d'être mises en demeure d'avoir à enlever dans le délai d'un an tous les foyers ardents de leurs voitures. Il ne leur est pas même permis de placer à l'extérieur des voitures les petits foyers que nous installons sur les nôtres pour chauffer les thermosiphons. Les Américains sont ainsi réduits à appliquer le système de la vapeur venant de la chaudière ou celui à eau chaude par injection dont parlait tout à l'heure M. Belleroche. Si l'application n'est pas pour cet hiver, elle sera pour l'hiver prochain. Il y a là un fait intéressant à noter.

M. Mayer. On ne peut pas le passer sous silence.

M. le Président. On arrive à ce grand inconvénient de l'intercommunication des voitures que l'on a subi pour l'éclairage et que l'on est très heureux d'éviter.

M. Banderali. Les trains dont je parle n'ont généralement pas plus de cinq ou six voitures. Mais le fait va exiger de la part de l'Amérique des études qui feront certainement avancer la question.

M. le baron Prisse. Il me semble que, depuis la session de Bruxelles, il y a un fait qui se manifeste : c'est la reconnaissance de l'avantage que procure, dans des circonstances données, le remplacement de l'eau dans les bouillottes par l'acétate de soude. Ce fait était déjà reconnu à Bruxelles. Il semble qu'aujourd'hui l'affirmation de cet avantage soit plus prononcée encore.

M. Parent (*France*). Sur l'État français, nous employons ce système depuis 1879. Nous n'y avons pas renoncé, mais je dois avouer qu'il ne nous donne pas

toute satisfaction; il se produit toujours des surfusions, et les bouillottes se vident trop souvent.

M. Henry. Au Paris-Lyon-Méditerranée, depuis quatre ou cinq ans, l'emploi de l'acétate de soude ne s'est pas étendu pour les raisons que j'ai indiquées. Les résultats obtenus n'ont pas varié. On n'a fait de pas ni en avant ni en arrière.

M. le Président. Voulez-vous conclure ainsi : C'est que depuis la première session du Congrès, il ne s'est pas produit d'amélioration ni de modification d'importance suffisante pour que nous ayons à la signaler.

M. Jules Morandiere. Le chemin de fer de l'Ouest continue toujours le chauffage à l'acétate de soude sur les lignes de Versailles, du Havre et de Dieppe. 2,100 chaufferettes de ce système sont en service courant. La même Compagnie a fait l'essai d'une chaufferette spéciale (système Foulloux), dont j'ai l'honneur de déposer le dessin sur le bureau de la section. (Voir planche XXIV.) Cette chaufferette, mise à demeure, est logée dans l'épaisseur du plancher : remplie d'un mélange d'eau et de glycérine, elle est chauffée par un petit foyer où l'on met des briquettes de charbon de Paris. Bien que ces essais n'aient duré que trois mois, ils ont paru assez concluants pour devoir être continués l'hiver prochain.

M. le Président. Nous dirons que plusieurs méthodes sont en expérimentation et qu'il y a lieu de remettre la question en discussion. Croyez-vous qu'il soit utile de continuer le débat sur tous les autres modes de chauffage?

M. Banderali. Nous pourrions dire que l'on a essayé d'améliorer les chaufferettes mobiles par divers procédés et que les efforts que l'on a faits dans ce sens sont sérieux.

M. le Président. Tout cela est dit dans l'exposé. M. Banderali pourrait se borner à indiquer sommairement ces différents points dans son rapport.

M. Parent. Il n'est pas question de l'acétate dans l'exposé.

M. Belleroche. Toutes les notes envoyées par les Compagnies ont été, dans leur entier, annexées à mon rapport.

M. Jules Morandiere. Oui, mais il y est question de l'acétate de soude pour annoncer seulement qu'une Compagnie a discontinué les essais, et il n'y est rien dit des Compagnies qui ont continué l'emploi de l'acétate en service courant.

M. Belleroche. C'est le seul renseignement qui ait été communiqué au Congrès, au sujet de ces appareils.

M. le Président. Nous faisons des expériences nouvelles en Belgique. Nous ne sommes arrivés à rien de bien sérieux jusqu'à présent. Nous cherchons à employer des lampes au pétrole et des becs de gaz parceque nous avons le gaz dans nos trains.

M. Dery. Nous espérons avoir pour cet hiver-ci un train monté.

M. Mayer. Les diverses expériences ont continué. Il y a eu des efforts faits depuis la session de Bruxelles. Mais on reconnaît qu'il y a encore des progrès à réaliser.

M. Banderali. Ces expériences ont porté sur les chaufferettes mobiles.

M. Parent. Nous expérimentons actuellement un système de bouillottes fixes de faible épaisseur, formant thermosiphon. Nous cherchons même à les chauffer par le gaz riche, mais nos expériences sont trop peu avancées pour me permettre d'en faire connaître ici les résultats.

M. le Président. La nomenclature de tout ce qui a été tenté jusqu'ici se trouve à peu près résumée dans le rapport de M. Belleroche.

M. Belleroche. J'ai cité à l'ouverture de la discussion comme systèmes de chauffage nouveaux le thermosiphon de l'Est français, les chaufferettes au gaz et au pétrole de l'État belge, le chauffage continu à l'eau chaude du Grand Central Belge, les chaufferettes fixes de l'Ouest français et les chaufferettes Ancelin.

M. le Président. Je crois que M. Morandiere a indiqué également un essai qui a été fait par la Compagnie de l'Ouest.

M. Jules Morandiere. Oui, monsieur le Président; c'est la chaufferette dont je viens de déposer le dessin.

M. le Président. Vous ne croyez pas qu'il y ait d'autres indications à donner?

M. Belleroche. Ma conclusion est celle-ci : Il me paraît que l'impression que la lecture des notes envoyées a dû laisser, est qu'il faut attendre de nouveaux renseignements sur les essais en cours, en laissant la question ouverte. Celle-ci pourrait être complétée par la mention du chauffage des voitures de tramways, qui est encore à l'état d'enfance.

M. le Président. Ce sont de nouvelles recherches à faire.

M. van Hasselt. Je vous propose de mettre « chaufferettes à l'acétate de soude » au lieu de : « chaufferettes Ancelin. »

M. le Président. Tâchons le plus possible de faire disparaître les noms propres.

M. Parent. Est-ce qu'on ne reconnaît pas en Hollande que M. Ancelin est l'inventeur des chaufferettes à acétate de soude?

M. Henry. Nous n'avons pas à prendre position dans un sens ni dans l'autre.

M. Parent. Je désirerais au contraire être éclairé sur ce point.

M. van Hasselt. M. Ancelin n'a pas de brevet en Hollande.

— La discussion est close.

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE

PREMIÈRE PARTIE :

Littéra A

ÉCLAIRAGE DES TRAINS

Séance du 23 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. LE COMM. BRIOSCHI

M. le Président. La parole est à M. Banderali, secrétaire principal de la 2e section chargé de faire rapport à l'assemblée sur le littéra *A* de la question XIII, relatif à l'éclairage des trains.

M. Banderali. L'exposé de la question de l'éclairage des trains a été fait à la section par M. Dery, ingénieur aux chemins de fer de l'État belge.

La préoccupation du bien-être du public a amené, dans ces dernières années, de véritables perfectionnements dans l'éclairage des trains.

Chacun se rappelle le temps, encore assez rapproché, où cette question paraissait tout à fait secondaire, et où il semblait que l'éclairage des voitures fût suffisant, pourvu qu'il permît au voyageur de retrouver sa place.

Aujourd'hui, les efforts de toutes les Compagnies se portent vers l'accomplissement d'un progrès que le public voyageur apprécie hautement.

Les essais récents ont porté sur l'emploi des lampes perfectionnées à l'huile de colza, sur l'usage des huiles minérales, l'éclairage au gaz et l'éclairage à l'électricité.

C'est sur ces quatre points que tout l'intérêt de la discussion s'est porté.

Lampes à l'huile de colza. — Les lampes à bec plat et à flamme libre ont été heureusement remplacées, sur plusieurs réseaux, par des lampes à bec rond, à flamme guidée, de construction très soignée, non seulement sous le rapport des récipients destinés à recevoir l'huile, mais aussi sous le rapport des appareils réflecteurs polis, argentés ou nickelés, dont le but est de renvoyer la lumière sur tous les points d'un compartiment.

Les résultats favorables, quoique coûteux, qu'ont obtenus certaines Compagnies dans ces dernières années, montrent que l'huile de colza, sévèrement choisie et bien employée, peut rendre de grands services (Nord français, Paris Lyon-Méditerranée, etc.).

Néanmoins, la manipulation d'un nombre considérable d'appareils d'éclairage isolés est un inconvénient qu'on ne peut nier.

Un personnel nombreux est nécessaire à l'allumage de ces appareils mobiles; dans les gares, les emplacements consacrés à ce service sont considérables.

Lampes à l'huile minérale. — Les inconvénients dont je viens de parler se retrouvent, quoique atténués sous certains rapports, dans l'emploi des lampes à l'huile minérale, redouté il y a quelques années, mais dont une expérience déjà prolongée a démontré la complète innocuité, lorsque cet emploi est l'objet de soins et d'une surveillance appropriés et lorsque l'huile choisie a un degré d'inflammabilité convenable.

Parmi les lampes à l'huile minérale qui ont été expérimentées dans ces derniers temps, la lampe Shallis et Thomas doit être citée; elle donne toute satisfaction à

Le système primitivement employé obligeait à des accouplements, entre les voitures, toujours extrêmement gênants quand il s'agit de former ou de décomposer les trains, dans un service d'exploitation courant.

L'isolement de la source d'éclairage sur les voitures paraît un progrès sur des systèmes qui créent une nouvelle solidarité entre les véhicules du train.

C'est ainsi qu'on a installé sur les voitures mêmes les réservoirs contenant le gaz, riche ou pauvre, en tout cas comprimé, destiné à l'éclairage.

Sur plusieurs réseaux qui emploient l'éclairage au gaz riche, les voitures portent, soit sous le châssis, soit sur leur toit, un réservoir qu'on charge, en différents points du réseau, de la quantité de gaz nécessaire à la durée d'un service donné.

Sans doute, ce système exige l'établissement d'usines spéciales, celui d'un grand nombre de bouches sur les quais des stations où les réapprovisionnements se font; mais, en somme, tous ceux qui s'en sont servis s'en déclarent satisfaits. Il est encore d'un prix de revient assez élevé; mais ce prix de revient s'abaisse considérablement, si on applique la mise en veilleuse de la lampe par un mouvement automatiquement solidaire de la manœuvre du rideau. La Compagnie du Paris-Lyon-Méditerranée n'estime pas à moins de 100,000 francs l'économie qui résultera de l'application de ce système à ses 6,000 voitures.

Il a paru désirable de pouvoir se servir du gaz ordinaire, fabriqué par les usines des villes, et facilement accessible, en enrichissant son pouvoir éclairant par une carburation préalable, non plus à l'aide des huiles volatiles d'un emploi assez dangereux, mais par la naphtaline solide.

Cette substance paraît présenter de grands avantages dans la manipulation; ses vapeurs seules brûlent avec une flamme fuligineuse : mélangées avec le gaz ordinaire, elles en augmentent considérablement le pouvoir éclairant.

Les essais entrepris dans ce sens sur les chemins de fer de l'État belge sont, paraît-il, fort encourageants.

Le prix de revient du système est peu élevé, et l'éclairage très satisfaisant.

Les essais semblables sont poursuivis par la Compagnie des wagons-lits et par la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest en France.

Électricité. — Quant à l'éclairage électrique, qui existe en Amérique, en Angleterre, et même en France, pour certains trains de luxe, les résultats obtenus jusqu'à présent n'ont point permis l'extension du système; non pas que les lampes à incandescence ne puissent donner une lumière parfaite, douce et stable; mais les appareils nécessaires à la production de cette lumière, que ce soient des piles

primaires ou secondaires, des accumulateurs, des machines électro-motrices actionnées par la locomotive ou par les essieux du train, ces appareils sont d'une installation difficile, d'un emploi très coûteux, tellement coûteux que les essais entrepris ont été généralement interrompus.

De plus, quelque forme que prennent ces sources de production, leur mise en œuvre se traduit toujours par un excès de travail demandé à la locomotive, et tous les ingénieurs sont d'accord pour reconnaître que ces moteurs sont déjà assez chargés de besognes très nécessaires, sans qu'on leur demande de nouveaux efforts.

On peut espérer que les progrès incessants de la science permettront la production de l'électricité dans des conditions plus favorables à son emploi pour l'éclairage des trains.

En résumé, les lampes à l'huile végétale, à bec plat, qui ne donnent qu'un éclairage insuffisant, ont été, en général, avantageusement remplacées par les lampes à l'huile végétale, à bec rond, tout à fait satisfaisantes, mais qui exigent des soins spéciaux, un personnel exercé et entraînent des dépenses assez considérables.

L'éclairage au moyen des lampes à l'huile minérale, plus ou moins perfectionnées, est également satisfaisant, sans présenter aucun danger, s'il est bien établi.

Ce système a l'avantage d'être relativement propre et de ne pas demander d'installations spéciales.

L'éclairage au gaz riche donne complètement satisfaction; mais il a l'inconvénient d'augmenter le poids mort des trains, de nécessiter des installations

[redacted]

La section propose que cette question reste ouverte et revienne devant la prochaine session du Congrès. (Applaudissements.)

M. René Picard (*France*). Au Paris-Lyon-Méditerranée, nous avons imaginé un appareil qui permet de mettre en veilleuse les becs d'éclairage en même temps qu'on tire les rideaux. J'appelle toute l'attention du Congrès sur ce système, pour lequel nous avons pris un brevet, mais que nous avons abandonné au public. Cela nous a permis d'économiser de 25 à 30 p. c. de la dépense dans les trains express de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée qui partent le soir de Paris ou de Marseille, pour faire le parcours complet de la ligne.

Ce système, qui a été appliqué à toutes les voitures éclairées au gaz du réseau, est très simple. Quand on tire un des deux rideaux de l'appareil à gaz, le bec garde sa complète intensité. Mais quand on ferme l'autre rideau, quel que soit l'ordre de succession de la fermeture, le bec se met en veilleuse. Lorsque nous aurons installé l'éclairage au gaz sur tout notre réseau, nous croyons que cet appareil si simple nous fera réaliser une économie de 100,000 francs par an environ.

M. Belpaire (*Belgique*). Nous sommes très heureux du renseignement que M. René Picard vient de fournir. Je crois qu'il suffira que son observation soit insérée dans le procès-verbal de la séance actuelle. S'il désire que nous ajoutions son observation au rapport de la 2e section, nous le ferons bien volontiers en quelques mots.

M. René Picard. Je m'en rapporte à votre décision. Mon but a été de renseigner mes collègues sur une économie facile à réaliser.

— Les conclusions présentées sont ratifiées par l'assemblée.

DEUXIÈME PARTIE :

Littéra B

CHAUFFAGE DES TRAINS

Séance du 23 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. LE COMM. BRIOSCHI

M. le Président. La parole est à M. Banderali, secrétaire principal de la 2e section, pour faire rapport sur le littéra *B* de la question XIII, relatif au chauffage des trains.

M. Banderali. L'exposé de la question a été rédigé par M. Belleroche, ingénieur chef de service au chemin de fer Grand Central Belge.

La question du chauffage des trains est une des plus délicates à traiter et les problèmes qu'elle soulève sont d'une grande variété et d'une solution difficile.

Car aux difficultés qu'éprouve le service technique des chemins de fer à trouver une heureuse solution de ces problèmes — que la diversité des types de matériel complique encore — vient se joindre la diversité des goûts des voyageurs qu'il désire satisfaire.

Les uns veulent un chauffage qui n'intéresse que leurs extrémités inférieures, en respectant la liberté de leur tête! D'autres trouvent fort désagréable le chauffage par les pieds et préfèrent une répartition uniforme de la chaleur dans le compartiment, avec ventilation appropriée. L'un se plaint d'être dérangé dans la paisible jouissance de sa place par les ouvertures désagréables et fréquentes des portières en route; l'autre ne trouve jamais que l'air respirable se renouvelle assez souvent! Beaucoup, enfin, redoutent toute espèce de chauffage et le refusent énergiquement, comme, par exemple, en Angleterre.

Comment satisfaire tant de goûts divers qui dépendent des habitudes des divers pays, du tempérament et de la constitution même du voyageur!

En somme, les ingénieurs sont dans un grand embarras, et une solution qui concilierait à la fois toutes les conditions de commodité et d'économie pour les

loitation, et de confort pour le voyageur, est encore à trouver, et cela malgré es études et des recherches approfondies, malgré de gros sacrifices d'argent et temps, malgré un sincère désir de satisfaire à tant d'exigences diverses.

Et voilà pourquoi le système de la chaufferette mobile, à température successiment décroissante, malgré ses imperfections, a encore tant de partisans. Il a ur lui un puissant auxiliaire : l'habitude, cette seconde nature!

On s'est donc attaché à atténuer, autant que possible, dans ces dernières années, s inconvénients de la chaufferette mobile, et les essais, en ce sens, se sont pourivis avec assez de succès pour donner de sérieuses espérances à ceux qui ment ce mode de chauffage.

Dans cet ordre d'idées, l'on a cité :

La chaufferette Radelet, — dont la chaleur est entretenue par des barres fortent chauffées, — la chaufferette à acétate de soude, qui toutes deux prolongent, grand avantage du service des gares et du confort des voyageurs, la période temps pendant laquelle, en service régulier, bien entendu, elles peuvent rester icaces.

L'emploi des chaufferettes à acétate de soude, fondé sur le principe de l'utilisan de la chaleur latente qu'un liquide dégage en se solidifiant, a donné des sultats satisfaisants dans les Pays-Bas, où il est répandu, en France, ailleurs core.

La constance de la source de chaleur s'obtient assez bien pendant six ou huit ures, pourvu qu'un caprice de l'appareil (qui ne peut s'expliquer que par un et physique de liquation ou de surfusion) n'interrompe pas son action bienisante, jusqu'à ce qu'on vienne la réveiller par des secousses opportunes.

Dans les Pays-Bas, on utilise même cette précieuse faculté pour redonner une ivité durable à des chaufferettes en retour, laissées intentionnellement, pendant asieurs heures, en repos complet, dormantes, enveloppées de couvertures, dans s gares de passage; on évite ainsi, dans ces gares, la nécessité de faire des stallations spéciales, destinées à liquéfier par une action, soit externe, soit interne lle-ci paraît plus rapide), le sel solidifié et devenu par conséquent inerte.

Malgré les reproches qu'on fait au système d'être fort coûteux, de chauffer trop gtemps pour certains parcours, pas assez pour d'autres, de faire craquer les veloppes par un effet de dilatation du sel se refroidissant, les Compagnies qui essayent ne s'en découragent pas, surtout parce qu'il présente quelques avantages préciables sur le système à eau chaude.

Le chauffage par chaufferettes fixes et demi-fixes, par circulation d'eau bornée

à l'ensemble d'un véhicule portant sa source de chaleur, offre, comme spécimens d'étude : les chaufferettes à eau, avec foyer intérieur, alimenté par des briquettes; les chaufferettes au pétrole et au gaz de l'État belge; le thermosiphon modérable de l'Est français, du Paris-Orléans, du Paris-Lyon-Méditerranée, des wagons-lits, etc.

Tous ces systèmes, très soigneusement étudiés et à grands frais, satisfont les uns sans satisfaire les autres. Ils ont toujours l'avantage de supprimer bon nombre des opérations si complexes, nécessitées par l'usage des chaufferettes mobiles, sans être eux-mêmes exempts d'inconvénients.

Enfin, les procédés de chauffage par circulation d'eau chaude ou de vapeur, provenant de la chaudière de la locomotive ou d'un appareil spécial placé dans un fourgon du train, continuent à être employés, quoique présentant un autre inconvénient — celui de nécessiter des tuyaux de communication, à simple ou double enveloppe, et des accouplements, dont l'emploi complique singulièrement le service des trains — et bien que certaines Compagnies qui les ont essayés autrefois, comme le Grand Central Belge, les aient abandonnés [1].

Il semble résulter de la discussion qui a eu lieu au sein de la deuxième section, que l'ère des essais ne paraît pas plus fermée pour la question du chauffage que pour celle de l'éclairage des trains et, sans trop s'avancer, on peut dire pour caractériser l'état actuel de cette question si controversée, mais qui, heureusement, n'a pas une importance vitale dans l'exploitation des chemins de fer, que, si l'on n'est pas encore arrivé à une solution satisfaisant à la fois les convenances variées du public et les exigences de nos services d'exploitation, on peut, du moins, grâce au maintien du statu quo *qui a pour lui le mérite d'une habitude consacrée, et qui suffit, dans la plupart des cas, dans nos climats tempérés), on peut, sans impatience, attendre le résultat des recherches si consciencieusement entreprises sur un grand nombre de réseaux.* (Applaudissements.)

M. Belleroche (*Belgique*). J'ai une observation à présenter au sujet de ce que le rapport de la 2e section dit des systèmes continus. Il semble constater que les essais entrepris par le Grand Central pour le chauffage par circulation d'eau chaude aient été abandonnés. La note émanée de cette Administration sur la question XIII,

[1] La phrase en petits caractères a été supprimée en vertu d'une décision de l'assemblée. (Voir la fin de la séance.)

littéra *B*, affirme que les essais sont, au contraire, poursuivis en vue d'une application générale.

M. Banderali. Cette divergence apparente provient d'une erreur de lecture dans la copie d'une note à la main qui m'a été remise. Nous supprimerons la phrase relative à ce point, et qui est ambiguë.

— Les conclusions présentées sont ratifiées par l'assemblée avec cet amendement.

XIVe QUESTION

CONTROLE DES VOYAGEURS

Quels sont les moyens les plus efficaces pour assurer le contrôle des voyageurs?

XIVe QUESTION

TABLE DES MATIÈRES

EXPOSÉ

PAR H. GONDRY

INGÉNIEUR EN CHEF DIRECTEUR D'ADMINISTRATION AUX CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE

SOMMAIRE : I. OBSERVATIONS GÉNÉRALES. — II. CONTRÔLE ORDINAIRE OU PERMANENT : 1. Règles communes aux divers systèmes, leur classification; 2. Premier système : contrôle fait exclusivement par les gardes pendant la marche du train; 3. Second système : contrôle fait exclusivement à l'entrée et à la sortie des quais d'embarquement et de débarquement; 4. Variantes du premier système; 5. Variantes du second système; 6. Du contrôle à l'entrée et à la sortie des stations substitué au contrôle à l'entrée et à la sortie des quais. — III. CONTRÔLE EXTRAORDINAIRE OU INTERMITTENT. — IV. AMENDE OU SURTAXE EN CAS DE VOYAGE EFFECTUÉ DANS DES CONDITIONS IRRÉGULIÈRES. — V. CHOIX DU PERSONNEL CHARGÉ DU CONTRÔLE.

1. — OBSERVATIONS GÉNÉRALES.

Le contrôle exercé sur les voyageurs a pour but d'assurer la perception régulière de la taxe qui est due au chemin de fer, eu égard au parcours effectué, à la classe de voiture occupée ainsi que, le cas échéant, à la nature du train utilisé (express ou ordinaire).

A cet effet, le chemin de fer délivre au voyageur, contre payement de cette taxe, un billet qui doit être exhibé à toute réquisition.

Il reste à empêcher le public :

1° De voyager sans billet régulier;

2° D'effectuer un parcours plus long que celui indiqué par le billet;

3° D'occuper une classe de voiture ou de prendre place dans un train autre que celui autorisé par le billet;

4° D'utiliser plusieurs fois un même billet.

L'organisation d'un contrôle efficace de voyageurs ne présenterait pas de difficultés s'il ne fallait, à raison des nombreux agents employés à ce contrôle, se prémunir contre l'infidélité de ceux-ci.

Des fraudes d'une certaine importance ne peuvent, en effet, se produire sans la complicité d'un ou de plusieurs agents du chemin de fer.

Il va de soi que la fraude est d'autant plus difficile à organiser qu'elle exige la connivence d'un plus grand nombre de personnes, et l'on peut dire, en thèse générale, que les systèmes de contrôle sont d'autant plus efficaces que leur fonctionnement fait intervenir un plus grand nombre d'agents.

Quoi que l'on fasse cependant, des connivences coupables restent possibles et des fraudes se commettent toujours. Il faut dès lors qu'à côté du contrôle ordinaire et permanent, il y ait un contrôle extraordinaire et intermittent, tenant en éveil les agents chargés du contrôle permanent, déjouant toutes les connivences et permettant de vérifier l'importance des fraudes que le contrôle ordinaire laisse échapper.

Le système de contrôle à employer doit, en outre, dans chaque cas, être proportionné à l'importance des recettes à sauvegarder. Des moyens de contrôle très recommandables pour des lignes à grand trafic doivent être écartés comme trop coûteux quand le trafic est faible.

II. — Contrôle ordinaire ou permanent.

1. *Règles communes aux divers systèmes, leur classification.* — La marche généralement adoptée est la suivante :

Le voyageur est tenu de se munir de son billet avant de se rendre au train (1).

(1) L'on s'est récemment écarté de cette règle pour des points d'arrêt supplémentaires établis à des passages à niveau situés en pleine voie. Pour ne pas charger le garde-barrière d'un stock de billets, plusieurs Administrations permettent, en ces points d'arrêt, de prendre place dans les trains sans billet. Le garde du train est alors chargé de percevoir la taxe contre remise d'un billet de forme spéciale, analogue à ceux en usage sur les tramways. Le nombre relativement petit des voyageurs montant aux points d'arrêt supplémentaires et la faible composition des trains qui y font arrêt ont rendu possible l'application partielle, sur des lignes principales, d'un système qui n'est habituellement appliqué que sur des chemins de fer secondaires.

Le contrôle des voyageurs sur les chemins de fer secondaires faisant l'objet de la question XII, il paraît préférable de ne pas s'occuper ici de cette dérogation aux règles généralement adoptées pour les lignes principales.

Les billets ordinaires sont en carton. Avant d'être remis au voyageur, ils sont imprimés à sec au moyen d'un timbre indiquant la date et l'heure de la délivrance. Ils portent une numérotation continue et la mise en débit de coupons hors série ne peut être que le fait d'un employé infidèle qui cherche à s'approprier une partie de la recette.

Au début du voyage, il est procédé à un premier contrôle; le billet est alors entaillé ou perforé au moyen d'une pince pour constater que le voyage a été commencé. Vers la fin du voyage, le billet est réclamé au voyageur pour être annulé.

Les systèmes suivis pour assurer le contrôle varient beaucoup dans les détails. Toutefois, l'on peut distinguer deux systèmes absolument opposés qui sont appliqués l'un et l'autre sur certaines lignes. Les autres systèmes ne sont guère que des combinaisons ou des variantes de ces deux premiers systèmes.

2. *Premier système : contrôle fait exclusivement par les gardes pendant la marche du train.* — L'organisation la plus simple consiste à charger de toutes les opérations du contrôle un ou plusieurs gardes accompagnant le train.

Ces agents doivent alors vérifier et entailler les billets des voyageurs à mesure qu'ils prennent place au train et reprendre les billets avant l'arrivée à la station de destination. Ils sont chargés aussi de la perception des taxes spéciales à payer par les voyageurs non munis de billets ou munis de billets insuffisants.

Les avantages de ce système sont les suivants :

1° Il est le plus économique surtout sur les lignes à faible trafic;

2° Il assure le contrôle complet non seulement quant au parcours effectué, mais aussi quant à la classe de voiture occupée, la nature du train utilisé, etc.;

3° Le garde est en rapport constant avec les voyageurs; il leur fournit tous les renseignements désirables pour la continuation du voyage, il les fait descendre à leur point de destination ou à la station d'échange si le voyage doit se continuer par un autre train;

4° En même temps qu'il assure le contrôle, le garde fait la police du train, intervient dans les contestations qui peuvent surgir entre les voyageurs et les met ainsi à l'abri d'attentats criminels.

Voici, par contre, les inconvénients que l'on peut faire valoir :

1° Le système ne fonctionne convenablement que si le trafic est faible et les stations suffisamment éloignées l'une de l'autre.

Il faut, en effet, que pendant le parcours entre deux stations voisines, le garde ait pu vérifier et régulariser, s'il y a lieu, la situation de tous les voyageurs montés et qu'il ait pu en outre enlever les billets de tous les voyageurs qui vont descendre.

Dès que l'affluence des voyageurs est un peu grande et les stations rapprochées, les gardes se trouvent dans l'impossibilité d'effectuer leur service correctement et le contrôle devient très défectueux. Un grand nombre de billets restent entre les mains du public, souvent même sans avoir été entaillés;

2° Le contrôle est entièrement abandonné à un seul agent. Si cet agent est infidèle, il peut, moyennant gratification, laisser voyager sans billet, laisser monter les voyageurs dans une classe supérieure à celle indiquée par le billet, etc. Il peut aussi se dispenser d'entailler les billets et les revendre au rabais pour les faire servir une seconde fois. Ce trafic, qui est une des fraudes les plus fréquentes et les plus importantes, s'exerce notamment avec les billets de retour, de voyages circulaires, etc., qui sont valables pendant plusieurs jours. Il est même possible avec les billets simples, moyennant la connivence d'un préposé au guichet. Celui-ci fait disparaître la date de délivrance imprimée sur le billet, y imprime une date nouvelle et revend le billet au public [1];

3° Le système exige soit l'adoption de voitures à intercommunication [2], soit la circulation des gardes sur les marchepieds des voitures, circulation qui n'est pas exempte de dangers et qui est même impossible sur beaucoup de chemins de fer.

3. *Second système : contrôle fait exclusivement à l'entrée et à la sortie des quais d'embarquement et de débarquement.* — Dans ce système, le voyageur exhibe son billet au moment où il pénètre sur le quai d'embarquement; le billet est alors vérifié et entaillé. A la sortie du quai de débarquement, le billet est retiré. La classe de voiture occupée n'est vérifiée que lors des contrôles spéciaux intermittents dont il sera parlé plus loin.

[1] Les empreintes faites à l'aide d'un timbre sec sur les billets en carton peuvent assez bien être effacées pour être remplacées par une empreinte nouvelle.

[2] Les voitures à intercommunication sont en faveur dans certains pays et sont peu goûtées dans d'autres. Elles permettent, pour les longs parcours et pour les trains de luxe, de donner beaucoup de confort aux voyageurs. Mais elles présentent de grands inconvénients pour les trains de banlieue. La montée et la descente des voyageurs s'y font, en effet, avec plus de lenteur (le nombre des issues étant plus limité) et aussi avec plus de danger (les marchepieds étant discontinus et ne se prolongeant pas sur toute la longueur du véhicule).

Les avantages de ce second système sont les suivants :

1° Quelle que soit l'affluence, il y a certitude qu'aucun voyageur ne prend place dans le train sans billet régulier et qu'aucun des billets utilisés ne reste entre les mains du public ;

2° Il faut la connivence de deux agents pour que des voyageurs puissent voyager sans billets et pour que des billets non entaillés puissent être revendus au rabais ;

3° Toute circulation sur les marchepieds des voitures est évitée malgré l'adoption de voitures à compartiments séparés ;

4° Au lieu de se faire dans les compartiments où le garde se trouve souvent seul à seul avec le voyageur, les contrôles se font en public en présence de tierces personnes et les complaisances coupables et intéressées sont moins à craindre.

Les inconvénients sont :

1° Il n'y a aucune vérification permanente quant à la classe de voiture occupée ;

2° Aucun contrôle n'est fait en cours de route, ce qui ouvre la porte à certaines fraudes pour les longs parcours (1) ;

3° Les deux contrôles, mais surtout le contrôle à l'arrivée, doivent se faire avec précipitation, de sorte que certaines irrégularités peuvent échapper aux contrôleurs ;

4° Le voyageur est, dans le train, abandonné à lui-même, ne peut avoir aucun renseignement et est exposé à des attentats criminels.

Malgré ces inconvénients, le second système doit être considéré comme seul possible dans certains cas.

Lorsque le trafic est important, lorsque les distances entre les stations sont très faibles, lorsqu'enfin, à raison même du grand nombre des stations, les durées des stationnements sont réduites à leur plus strict minimum, le temps fait absolument défaut pour effectuer le contrôle dans le train même.

Le *Metropolitan Railway* de Londres et la *Stadtbahn* de Berlin sont des spécimens de ce genre de ligne et de trafic.

(1) Le voyageur peut prendre un billet pour la première station voisine et aller beaucoup plus loin s'il espère échapper au contrôle à l'arrivée, soit à cause de l'affluence des voyageurs qui rend parfois difficile une vérification minutieuse des billets, soit à l'aide d'un second billet à faible parcours apporté par un complice dans une gare voisine du point de destination.

Du reste, lorsqu'il s'agit de voyageurs à petits parcours, les inconvénients du second système disparaissent en quelque sorte.

Le voyageur qui n'a qu'un petit parcours à faire est peu tenté de s'installer dans une classe supérieure à celle de son billet; il ne peut songer à frauder une partie de la taxe tout en se mettant en règle pour le contrôle au départ et à l'arrivée, etc.

4. *Variantes du premier système.* — L'inconvénient principal du premier système est le trop grand nombre d'opérations confiées aux gardes du train, opérations pour lesquelles le temps fait souvent défaut.

Pour y remédier, l'on a allégé la besogne des gardes par diverses mesures :

1° En chargeant, soit le chef de train, soit les stations, de la perception des taxes spéciales dues par les voyageurs non munis de billets réguliers;

2° En dispensant les gardes de recueillir les billets au terme du voyage. Les billets sont alors réclamés à la sortie du quai de débarquement ou à la sortie de la station d'arrivée;

3° En les déchargeant du soin de contrôler les voyageurs de 3e classe ou en leur permettant de négliger ce contrôle en cas d'affluence. Dans ce but, on ne laisse pénétrer jusqu'au train que les voyageurs munis de billets réguliers [1].

Par ces diverses modifications, l'on est arrivé à appliquer en quelque sorte le second système : contrôle exercé par la station de départ et reprise des billets par la station d'arrivée tout en maintenant un contrôle permanent dans le train, ce contrôle étant limité à ce qui reste praticable eu égard aux circonstances.

D'autres modifications résultent du désir de supprimer ou de réduire la circulation des gardes sur les marchepieds tout en maintenant le système de voitures à compartiments séparés.

Dans ce but, l'on prescrit aux gardes d'effectuer leurs opérations avant le départ et pendant les stationnements du train [2].

Certaines exploitations, tout en astreignant les gardes à effectuer leur contrôle le plus possible pendant les stationnements, les autorisent néanmoins à compléter au besoin le contrôle pendant la marche. D'autres, au contraire, interdisent d'une

[1] La station de départ se borne généralement alors à faire exhiber le billet sans l'entailler. Le billet devant être exhibé et examiné, il y aurait utilité, semble-t-il, à le faire entailler, sauf à distinguer par la forme cette entaille de celles faites par les agents des trains.

[2] Les modifications premières déjà citées ont, à ce point de vue aussi, leur utilité en diminuant le travail des gardes.

manière absolue la circulation sur les marchepieds. D'autres enfin interdisent seulement le passage d'une voiture à l'autre.

L'obligation de contrôler pendant le stationnement les billets de tous les voyageurs montés paraît acceptable pour les trains à longs parcours dont les arrêts sont rares et sont, par suite, suffisamment prolongés.

Il n'en est pas de même pour les trains ayant des arrêts nombreux. Les opérations imposées aux gardes pendant les stationnements doivent alors exercer une influence fâcheuse sur les horaires de ces trains.

D'un contrôle exercé uniquement pendant les stationnements à un contrôle exercé uniquement par les stations, il n'y a qu'un pas. Par cette seconde série de modifications, l'on se rapproche donc aussi du second système. Il est peu rationnel de faire accompagner des trains faisant de très longs parcours sans arrêt par des gardes qui ne seront utilisés que pendant quelques minutes par heure.

La question de savoir si le personnel chargé du contrôle doit voyager avec le train ou rester à poste fixe dans les stations dépend alors de l'intensité du trafic.

5. — *Variantes du second système.* — Nous avons vu que, pour un fort trafic et de petits parcours, le second système doit être considéré comme seul possible.

Pour les voyages à longs parcours, où la fraude est plus tentante, de plus grandes garanties sont nécessaires.

Dans ce cas, le voyageur, après avoir exhibé et fait entailler [1] son billet à l'entrée du quai, doit le montrer encore à d'autres agents qui sont placés sur le quai pour aider à l'embarquement et qui s'assurent que le voyageur s'installe dans la classe de voiture correspondant à son billet.

Parfois même, à la station de départ du train, le contrôle est supprimé à l'entrée du quai et se fait entièrement à l'entrée en voiture [2].

Une autre modification, adoptée seulement pour les stations très importantes,

(1) L'entaille faite à la station de départ est souvent opérée au moyen d'une pince qui imprime en même temps le numéro de la station. La vérification des billets recueillis permet alors de constater si le contrôle au départ se fait avec soin et dans quelles stations il laisse à désirer.

(2) Ce système est admissible pour les trains à longs parcours où le voyageur, généralement muni de bagages, n'arrive guère à la dernière minute et va, dès qu'il est arrivé, choisir sa place dans le train.

Pour les petits parcours, au contraire, le voyageur n'a pas de bagages et ne monte en voiture qu'au moment même du départ.

Lorsque le contrôle se fait dans les voitures, le contrôleur ferme ordinairement à clef les compartiments dont le contrôle est terminé. Au moment du départ, toutes les portières sont rendues libres.

consiste à recueillir tous les billets à la dernière station qui précède ou à un quai installé en pleine voie dans ce but.

Cette modification permet :

1° De vérifier si la classe de voiture occupée est celle qui correspond au billet ;

2° D'exercer un contrôle plus minutieux que celui qui peut se faire à la sortie du quai ;

3° De débarquer les voyageurs le long d'un quai non clôturé en face duquel stationnent les voitures de place et de ne pas entraver l'enlèvement des bagages, etc., par les formalités du contrôle à la sortie.

Ainsi complété, le second système se prête à toutes les exigences du trafic.

Le mode d'opérer varie sur la même ligne d'après la nature des trains et d'après l'importance des stations.

Pour les trains de banlieue et à petits parcours, l'on se contente, comme contrôle permanent, de celui qui se fait à l'entrée et à la sortie des quais.

Pour les trains à longs parcours et dans les grandes stations, des agents placés sur le quai font exhiber les billets avant de faire monter les voyageurs dans la classe correspondant au billet.

De nouveaux contrôles en voiture se font avant l'arrivée aux stations très importantes.

Pour les trains directs passant d'un réseau sur un autre, le contrôle complet du train en voiture est généralement indispensable au point d'échange. Ce contrôle remplace pour l'une des Administrations le contrôle à l'arrivée et pour l'autre le contrôle au départ.

Lorsque le contrôle est effectué à l'entrée et à la sortie des quais, ceux-ci sont seuls clôturés. Le surplus de la gare et notamment tous les locaux et un certain espace de trottoirs devant ces locaux restent accessibles même aux personnes non munies de billets.

Si, au contraire, le contrôle est effectué à l'entrée et à la sortie de la station, les personnes non munies de billets sont exclues des trottoirs de la gare et par conséquent aussi des locaux qui y débouchent (1).

Il en résulte la nécessité de diviser les locaux en locaux accessibles seulement de l'intérieur de la gare et locaux accessibles seulement de l'extérieur de la gare, afin d'éviter, entre l'intérieur et l'extérieur de la gare, toute communication autre que par les issues servant au contrôle (2).

Le contrôle à l'entrée et à la sortie des quais ne peut se faire que dans des gares spécialement aménagées à cet effet. Les installations qu'exigent ce système sont coûteuses et il serait surtout fort onéreux de remanier des gares qui n'ont pas été construites en vue de ce mode de contrôle.

En outre, le contrôle à l'entrée et à la sortie des quais exige généralement un personnel plus nombreux. Mais ce contrôle présente des avantages sérieux :

1° Ainsi qu'il est dit plus haut, il donne au public toutes facilités de circulation dans la gare. Les bureaux du chef et des sous-chefs de station, le buffet, les salles d'attente, etc., restent également accessibles à tous;

2° Il donne un contrôle meilleur, puisque le billet présenté à la sortie du quai doit se rapporter à un train déterminé, tandis qu'à la sortie de la station tous les trains sont confondus (3);

3° Il évite beaucoup de dévoyés, puisque le contrôleur placé à l'entrée du quai arrête les voyageurs qui seraient sur le point de se tromper de train;

(1) Afin d'atténuer les inconvénients qui résultent de la défense absolue de pénétrer dans les gares, l'on délivre souvent, soit gratuitement, soit contre payement d'une taxe très modique, des cartes d'entrée dans la gare. Ces cartes sont retirées à la sortie en même temps que les billets des voyageurs. Mais quelles que soient les précautions prises, ces cartes facilitent toujours certaines fraudes.

(2) Il faut ajouter que souvent les exigences du service obligent à maintenir certaines communications qui rendent la surveillance difficile et peuvent prêter à la fraude.

(3) Un voyageur ayant une carte d'abonnement pour un parcours limité pourra être trouvé en règle si le contrôle est effectué à la sortie de la station, alors qu'il ne l'eût pas été si le contrôle eût été exercé à la sortie du quai. Il en est de même pour les personnes qui voyageraient en express avec un billet de train ordinaire pour les lignes où la taxe varie d'après la nature du train.

4° Il ajoute un contrôle supplémentaire pour les voyageurs qui doivent changer de train et permet, le cas échéant, à ces voyageurs de reprendre des billets sans difficultés ni perte de temps;

5° Il permet d'appliquer à des trains de nature différente des procédés de contrôle différents, ce qui est très désirable.

L'on pourrait obtenir une partie de ces avantages, tout en évitant les dépenses de personnel qu'entraîne le contrôle par quai, en entourant tous les quais d'une seule clôture et en laissant en dehors de cette clôture les bâtiments de la gare et un certain espace devant ceux-ci. Cette disposition permettrait en outre de passer facilement au contrôle par quai, lorsque cette mesure paraîtrait justifiée à raison de l'importance du trafic.

III. — Contrôle extraordinaire ou intermittent.

Ainsi qu'il a été dit plus haut, il faut, à côté du contrôle ordinaire, des contrôles extraordinaires qui aient lieu d'une manière inattendue et essentiellement variable.

Ces contrôles doivent être organisés de façon à remédier aux côtés faibles du système suivi pour le contrôle ordinaire et à empêcher ainsi certaines fraudes.

Mais ils doivent surtout satisfaire aux deux conditions suivantes :

1° Permettre à l'Administration de se rendre compte, d'une manière absolument sûre, de l'importance et de la nature des fraudes qui se commettent. A défaut de renseignements précis à cet égard, l'Administration est exposée, en effet, soit à se laisser perpétuer des fraudes considérables qu'elle ignore, soit à compliquer, à grands frais et sans utilité réelle, le système de contrôle permanent;

2° Stimuler le zèle des agents chargés du contrôle ordinaire et découvrir ceux qui se rendent coupables de malversation.

Le contrôle extraordinaire ou intermittent se fait au moyen, soit de contrôleurs ambulants, soit de brigades volantes [1]. Ces contrôleurs ou brigades relèvent, soit des chefs de service locaux de l'exploitation, soit d'un fonctionnaire spécial de l'administration centrale.

[1] Souvent aussi l'on a recours aux stations. L'ordre est donné par télégramme à une station déterminée de faire la vérification complète ou partielle d'un ou de plusieurs trains désignés. A défaut de personnel spécial, ce contrôle doit souvent être écourté pour ne pas donner de retard aux trains.

En outre, le contrôle extraordinaire peut se faire pendant la marche ou pendant le stationnement du train.

Les lignes sur lesquelles le contrôle ordinaire se fait, en tout ou en partie, pendant la marche du train, ont généralement des contrôleurs ambulants, opérant dans une circonscription déterminée sous la surveillance du chef de service local, en variant le plus possible les heures et les lieux de leurs vérifications.

Dans le système où tout le contrôle ordinaire, y compris la reprise des billets, est fait par les gardes, il est difficile de prendre ceux-ci en défaut, attendu qu'ils peuvent généralement expliquer la présence d'un voyageur non muni de billet en alléguant, soit que ce voyageur vient de monter à la dernière gare et n'a pas encore été contrôlé, soit qu'il doit descendre à la gare prochaine et que son billet lui a été déjà retiré.

Pour l'efficacité des contrôles extraordinaires, il est désirable que le voyageur reste muni de son billet jusqu'au moment où il quitte le quai ou la station de destination.

Des vérifications de quelques voitures de certains trains présentent d'autre part le défaut de ne pas mettre en évidence l'importance relative des fraudes constatées. Il est donc utile de pouvoir faire, le même jour, la vérification complète d'un certain nombre de trains de la même ligne.

Lorsque le contrôle est interdit pendant la marche ou qu'à raison du trafic (trains de banlieue et voyageurs nombreux) ce contrôle est insuffisant, l'on a recours à des brigades volantes de contrôleurs de façon à opérer, en station, sans perte de temps sensible, une vérification complète des trains.

Enfin, sur les lignes où un contrôle est exercé à l'entrée et à la sortie des quais, des agents du contrôle extraordinaire sont envoyés, sans avis préalable, pour prendre la place des contrôleurs ordinaires, de façon à constater s'il existe quelque connivence entre ces agents et certains voyageurs. En outre, afin de vérifier la probité de l'agent remplacé temporairement, l'on compare les surtaxes perçues, dans un même temps, par le contrôleur ordinaire et par le contrôleur extraordinaire.

Le contrôle extraordinaire doit souvent procéder par comparaison. Si un contrôleur ambulant est seul pour surveiller sa circonscription, il est difficile de vérifier s'il fait bien son service. Si, au contraire, des agents différents alternent à court délai, la comparaison des irrégularités relevées montre quels sont les plus zélés ou les plus adroits.

Beaucoup d'Administrations encouragent par des primes ou des gratifications

ceux des agents du contrôle extraordinaire qui ont relevé le plus grand nombre d'irrégularités.

Les procédés employés par le contrôle extraordinaire peuvent et doivent être très variés.

Dans beaucoup d'exploitations, le contrôle extraordinaire est organisé par un service spécial de police, lequel relève directement de l'administration centrale et ne néglige aucun moyen d'investigation pour découvrir et déjouer tous les genres de fraudes imaginées par des voyageurs ou par des malhonnêtes. Un service central de ce genre ne serait pas incompatible du reste avec le maintien de contrôleurs ambulants ou de brigades volantes relevant des chefs de service locaux de l'exploitation.

Mais dans l'organisation du contrôle extraordinaire comme dans celle du contrôle ordinaire, il faut savoir limiter la dépense à ce qui est strictement nécessaire et il ne faut pas que le contrôle coûte plus que les fraudes qu'il empêche.

IV. — Amende ou surtaxe en cas de voyage effectué dans des conditions irrégulières.

Les dispositions de la loi pénale, les mœurs et les usages du pays peuvent exercer une certaine influence sur le contrôle des voyageurs.

En effet, ce contrôle devra être très minutieux si la tentative de fraude fait courir peu de risques au voyageur.

Les moyens de contrôle pourront, au contraire, être plus réduits si toute tentative de fraude expose le voyageur à payer une forte amende.

Le fait de monter dans un train sans billet régulier, d'occuper une classe de voiture plus élevée que celle indiquée par le billet est généralement puni par la loi d'amendes assez fortes.

Mais l'application de ces amendes doit être prononcée par le tribunal compétent, à la suite d'une poursuite judiciaire. Les Administrations n'ont recours à ce moyen extrême que lorsque la mauvaise foi, l'intention de fraude est manifeste.

Dans bien des cas, le voyageur pris en défaut se défend énergiquement de toute pensée de fraude, il explique, par des raisons plus ou moins plausibles, les conditions irrégulières dans lesquelles il se trouvait, et l'Administration hésite à le faire poursuivre comme fraudeur.

Les chemins de fer ont cependant un grand intérêt à réduire le plus possible le nombre des voyageurs qui ne se mettent pas absolument en règle au moyen de billets pris au guichet.

En effet, ceux qui voyagent dans des conditions irrégulières, même sans intention de fraude, sont, pour le service, une cause de complications et de dépenses.

D'une part, ces irrégularités obligent à multiplier les contrôles et, d'autre part, la perception des taxes, quand elle doit se faire dans des conditions anormales, coûte très cher.

Enfin, quoi que l'on fasse, une partie des irrégularités échappe aux contrôles et le chemin de fer subit de ce chef une perte plus ou moins grande.

Il est donc logique de faire payer au voyageur qui n'est pas en règle une taxe plus forte que celle qu'il aurait payée s'il s'était muni au guichet d'un billet régulier.

Sur plusieurs réseaux, le voyageur doit payer le double ou le triple de la taxe qu'il eût payée au guichet.

La surtaxe payée est ainsi proportionnelle au parcours et à la classe de voiture occupée. Elle est parfois très forte, surtout lorsqu'à défaut de preuve contraire, le voyageur est considéré comme ayant pris le train à son point de départ.

D'autres Administrations font payer une surtaxe fixe, uniforme, indépendante du parcours effectué irrégulièrement et de la classe occupée. Cette surtaxe est assez faible pour pouvoir être exigée sans difficultés, mais assez élevée cependant pour que le public ait un intérêt sérieux à se mettre en règle au guichet.

V. — Choix du personnel chargé du contrôle.

Quel que soit le système de contrôle adopté, les résultats dépendent beaucoup de la manière dont le système est exécuté et, par voie de conséquence, du choix des agents chargés de l'exécution.

Les contrôles doivent se faire avec rapidité et en même temps avec soin.

Il faut donc des agents vifs, intelligents, perspicaces, zélés et surtout honnêtes. Leur vie privée doit être régulière, exempte de désordres et de dettes, afin qu'ils soient moins tentés de se créer des ressources illicites.

Le choix doit être spécialement sévère pour les agents du contrôle extraordinaire, dont il faut être absolument sûr.

1re NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'EST FRANÇAIS

Deux systèmes sont pratiqués pour le contrôle des voyageurs.

Dans certains pays étrangers, la circulation est entièrement libre à l'intérieur des gares, les voyageurs y pénètrent ou en sortent sans avoir à présenter ou à remettre aucun titre de transport. Le contrôle n'est donc fait que dans le train, pendant la marche, par un agent qui en est spécialement chargé ; cet agent retire les billets avant l'arrivée du train à la destination où se rendent les voyageurs

En France, les voyageurs ne sont généralement admis sur les quais de départ qu'en présentant un billet et ils sont tenus de remettre ce billet en sortant de la gare d'arrivée. De plus, les agents des trains doivent, soit au départ, soit pendant les stationnements, contrôler le plus grand nombre possible de billets Enfin, à la Compagnie de l'Est du moins, des agents spéciaux ayant le titre de contrôleurs de route et opérant sur des parcours déterminés, doivent effectuer, à l'improviste, le contrôle des voyageurs dans les trains.

Avec le premier système, si, par négligence ou par une complaisance intéressée, l'agent chargé du contrôle omet de faire une perception supplémentaire, l'impunité lui est assurée. En outre, lorsqu'il n'existe pas de communication intérieure entre les voitures, cet agent est obligé de circuler sur les marchepieds pendant la marche du train. Cette circulation n'est pas sans présenter des inconvénients de nature diverse ; dans tous les cas, les dimensions des travaux d'art l'ont fait interdire absolument sur le réseau de l'Est, en raison des dangers qu'elle créerait pour les agents.

Le second système nous paraît, dans son ensemble, préférable au premier et suffisamment efficace.

Il garantit entièrement les Compagnies contre toute circulation sans billet, par les contrôles exercés au départ, en cours de route et à l'arrivée. Quant aux déclassements, ils sont constatés par les agents des trains et les contrôleurs.

S'il arrive que quelques-uns passent inaperçus, ce ne peut être que sur de petits parcours ; dans un long trajet, un voyageur qui se déclasse sans prévenir l'agent du train échappe difficilement au contrôle de cet agent ou à celui que peut faire à l'improviste un contrôleur de route. Celui-ci étant toujours attendu, les complaisances coupables d'agents des trains ne sont guère à craindre et ne peuvent, en tout cas, se produire que dans des circonstances exceptionnelles.

2e NOTE

PAR LAPIERRE

INSPECTEUR GÉNÉRAL AUX CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE

Le moyen qui a d'abord été considéré comme le plus efficace pour assurer le contrôle des voyageurs en supprimant toute circulation des gardes sur les marchepieds des voitures consistait dans la reprise des coupons à la sortie des gares d'arrivée.

Il a donné son nom au système.

L'expérience a fait reconnaître que ce moyen, employé isolément, était impuissant contre la fraude.

D'abord, il ne peut pas atteindre le voyageur muni d'un billet d'une classe inférieure à celle de la voiture, ni celui qui voyage sans coupon sur une partie du trajet, sauf à s'en munir à l'une des dernières gares avant celle d'arrivée, ni celui qui, de connivence avec le garde, se munit d'un coupon de parcours. Ensuite, il est avéré que la reprise à la sortie ne constitue pas un véritable contrôle. Pour peu qu'il s'agisse d'un train de quelque importance, une vérification sérieuse des billets n'est pas possible, surtout le soir, à moins d'occasionner de l'encombrement à la sortie — qui suscite des réclamations — ou d'augmenter considérablement le nombre des récoleurs.

En France, où le système fonctionne depuis très longtemps, indépendamment de la reprise des coupons à la sortie, on a prescrit :

1° Le contrôle au départ à la sortie des salles d'attente;

2° Un contrôle de route exercé par des brigades ambulantes, indépendamment du contrôle des agents du train même.

Au chemin de fer d'Orléans, la reprise à la sortie est remplacée pour quelques trains par ce qu'on y appelle le *contrôle de quai*. On fait arrêter ces trains le long d'un quai situé à une certaine distance du point où s'opère la descente des voyageurs, et la vérification des billets a lieu par des agents détachés de la gare d'arrivée.

Ce contrôle n'est praticable que dans une mesure restreinte et ne se concilie pas avec les exigences du service dans les gares où arrivent de nombreux trains et où les installations ne s'y prêtent pas.

En Belgique, où, après une première application du système en 1869, la reprise des coupons à

la sortie a été de nouveau prescrite en 1882, on a également reconnu que ce moyen était insuffisant. On a ordonné, dans une certaine mesure, le contrôle au départ, à la sortie des salles d'attente, et le contrôle de route exercé par les premiers chefs-gardes.

On peut donc dire que ce système a beaucoup d'analogie avec celui adopté par les Compagnies françaises.

Il semble d'ailleurs qu'il serait difficile d'en imaginer d'autre, si l'on considère que l'on est limité dans le choix des moyens par la nécessité d'avoir égard aux exigences du service et du public, notamment en ce qui concerne la prompte évacuation des gares et la nécessité d'éviter les contrariétés qu'occasionneraient aux voyageurs les vérifications de route trop multipliées.

Cela étant donné, le point important n'est pas tant le choix du système qui, comme nous venons de le montrer, s'impose, mais dans le mode d'exécution.

En première ligne, il faut placer le recrutement du personnel. En France, ce point est considéré comme des plus délicats.

Pour les contrôleurs ambulants notamment, on estime que l'intelligence, le tact, le calme, la tenue sont des qualités tout à fait indispensables. On les recherche même dans les agents sous leurs ordres appelés à les remplacer un jour. Leur conduite, tant administrative que privée, doit être irréprochable, et ils ne peuvent pas avoir de dettes. En un mot, on s'attache à ne recruter pour ce service, que des agents d'élite, généralement choisis parmi les meilleurs garde-[illegible] exige même que les contrôleurs ambulants se tiennent dans une certaine réserve vis-à-vis de leurs camarades, parce qu'ils sont chargés de les commander dans une certaine mesure.

On est très difficile également dans le choix des contrôleurs au départ et des récoleurs de coupons à l'arrivée.

Tous ces agents savent, du reste, que les moindres fautes de leur part sont sévèrement punies et que, quand il y a fraude ou tentative de fraude, la révocation est certaine.

Une importance très grande réside aussi dans le choix du fonctionnaire chargé du commandement immédiat du personnel préposé aux différents moyens de contrôle et dans l'organisation du service.

En ce qui concerne cette organisation, deux systèmes sont en présence.

Ou bien les agents du contrôle seront répartis entre les différents chefs de service de l'exploitation, ou bien ils seront placés sous les ordres d'un fonctionnaire de la direction de l'exploitation dans les mains duquel il sera centralisé. C'est ce système qui me paraît le meilleur.

Le contrôle des voyageurs constitue un de ces services qui doit faire, de la part de celui qui en a la surveillance, l'objet de préoccupations et de soins de tous les instants. Ce fonctionnaire doit suivre, d'un œil attentif, les faits de chaque jour, de chaque heure, dirai-je; stimuler les uns, réprimer les autres; comparer les résultats obtenus en consultant fréquemment les relevés journaliers, indiquant les surtaxes perçues, etc.; répartir les moyens d'action selon les exigences du trafic, les occasions d'affluence, etc.; ne rien négliger, en un mot, pour combattre énergiquement la fraude, où elle est le plus susceptible de se produire.

Il est évident que l'unité d'action, une responsabilité bien définie, peut mieux qu'une action collective et une absence d'unité amener la réussite du système. C'est l'organisation en vigueur à la Compagnie de l'Est français, qui en obtient d'excellents résultats.

J'arrive au couronnement du système, c'est-à-dire à la sanction pénale en cas de fraude ou simplement au mode de perception des taxes supplémentaires exigibles des voyageurs non munis de billets ou porteurs de billets irréguliers.

Depuis le 1er janvier 1881, on a supprimé sur le réseau de l'État belge toute surtaxe à l'égard des voyageurs munis de billets irréguliers ou insuffisants.

Cette mesure est considérée depuis longtemps comme regrettable. Elle favorise les voyageurs peu scrupuleux qui, au lieu de se donner la peine de se munir aux guichets de suppléments, lorsqu'ils sont dans le cas d'en prendre, trouvent plus commode et plus avantageux de s'en dispenser et de courir la chance de ne rien payer ou d'en être quittes moyennant un pourboire au garde.

A mon avis, le rétablissement de cette surtaxe s'impose.

Seulement, au lieu d'un système compliqué et exigeant de nombreuses écritures, je voudrais l'application d'une surtaxe uniforme et modérée, 3 francs, par exemple, applicable aussi bien au voyageur sans coupon qu'à celui qui est muni d'un billet irrégulier.

On pourrait, pour enlever à cette mesure tout caractère excessif ou vexatoire, stipuler que le voyageur qui, au moment de prendre place dans un train, fera connaître *spontanément* au garde ou à un employé de la station, le motif *admissible* pour lequel il n'est pas en règle, ne sera pas soumis à l'amende.

En Allemagne et en Autriche, dans le même cas, il est appliqué une amende d'un marc ; en Hollande, il est perçu un supplément d'un demi-florin pour les 1re et 2e classe et d'un quart de florin pour la 3e classe.

Quant aux cas de fraude ou de tentative de fraude, il serait dressé procès-verbal à transmettre immédiatement à l'autorité judiciaire. Le nécessaire serait fait pour que les peines comminées par la loi, si elles sont suffisantes, soient rigoureusement appliquées et, si elles ne sont pas assez sévères, pour que la législation soit modifiée.

Avant de terminer, je dois dire un mot d'un fait qui peut être considéré comme fournissant des facilités à la fraude et qui, conséquemment, mérite l'attention. Je veux parler des abonnements, dont le nombre est devenu très considérable en Belgique, grâce à la modicité, que l'on peut dire excessive, des prix.

Il suffit de voyager quelque peu pour s'apercevoir que l'abonné n'est pas contrôlé. En général, il se contente de dire au garde : « Abonné », et cet agent n'insiste pas. S'il insiste, c'est le plus souvent parce qu'il a remarqué la présence d'un fonctionnaire, et celui-ci voit, à l'étonnement du voyageur, que cette insistance est un fait accidentel.

Pour remédier à cet inconvénient sérieux, tout en évitant de contrarier les abonnés par des contrôles trop fréquemment répétés, je voudrais voir prescrire une mesure que j'ai vu appliquer ailleurs : certains jours désignés à l'improviste par le télégraphe, les gardes et les récoleurs à la sortie disent et répètent à haute voix, avant de commencer le contrôle : « Préparez les cartes d'abonnement », et ils en font une vérification sérieuse.

Je suis persuadé qu'un système conçu d'après les bases ci-dessus et bien organisé produirait de bons résultats et rendrait inutile l'application d'autres mesures.

Le 14 mars 1887.

3e NOTE

PAR J. GRIERSON

DIRECTEUR GÉNÉRAL DU GREAT WESTERN RAILWAY

(*Traduction*)

1. — La question du meilleur mode de contrôle est intimement liée à celle de savoir jusqu'à quel

4. — Dans quelques-unes des plus grandes stations de certains chemins de fer de mon pays, les voyageurs ont à montrer leurs tickets à leur arrivée sur les quais ou bien quand ils entrent ou qu'ils sont entrés dans les voitures ; mais dans le plus grand nombre des gares, les voyageurs peuvent entrer dans les voitures sans être appelés à produire leurs tickets et, naturellement, de cette manière une certaine proportion d'entre eux prennent place dans des voitures sans avoir de coupons de la classe correspondante ou même sans avoir de coupons du tout.

5. — Les tickets sont généralement examinés ou récolés avant l'arrivée des trains dans une station ouverte (c'est-à-dire une station où le public peut arriver aux quais ou les quitter sans qu'on lui demande ses coupons), quand cette station est celle d'arrivée à destination du train ; dans les gares intermédiaires, les coupons sont récolés quand les voyageurs descendent.

6. — Les voyageurs peuvent parcourir de Londres à Bristol (119 milles) ou à Birmingham (129 milles), et même, dans certains cas, 200 milles sans devoir montrer leurs coupons plus d'une fois, au départ, et une autre fois quand on en fait le récolement à l'arrivée.

7. — Au prix d'une faible dépense et d'un faible retard pour les trains, il n'y aurait aucune difficulté à s'assurer que tous les voyageurs ont leurs tickets et qu'ils voyagent dans les classes des voitures auxquelles ils ont droit ; mais le grand objectif à atteindre est un système d'une efficacité suffisante pour les Compagnies avec un minimum de contrôle pour les voyageurs, parce que les contrôles fréquents sont très désagréables à ces derniers. S'il y avait deux routes concurrentes de longueur à peu près égale et que sur l'une les coupons fussent souvent demandés, tandis que sur l'autre ils ne le fussent pas, beaucoup de voyageurs montreraient leur ressentiment à la première en prenant la seconde.

8. — Au Great Western Railway, cependant, il existe deux brigades de contrôleurs spéciaux qui voyagent sur le réseau afin d'examiner les coupons à des endroits où les trains ne s'arrêtent pas habituellement ou bien où les coupons ne sont pas ordinairement contrôlés. De cette façon, les manœuvres irrégulières sont découvertes et les personnes qui cherchent à frauder la Compagnie sont poursuivies et punies.

9. — De grandes facilités seraient apportées aux chemins de fer de mon pays pour réduire l'examen et le récolement des coupons de façon à les rendre le moins gênants possible pour le public, si les voyageurs étaient contraints d'être plus soigneux en prenant leurs tickets, d'entrer dans les voitures de la classe pour laquelle ils les ont pris, et de ne pas dépasser leur destination sans payer pour un autre billet : mais la loi actuelle est défectueuse en ce point que les voyageurs ne peuvent être frappés d'une pénalité que s'il est trouvé qu'ils ont cherché à frauder le chemin de fer, — ce qui, naturellement, est souvent difficile à prouver. Conséquemment, de plus grandes précautions sont exigées, et fréquemment tous les voyageurs d'un train sont arrêtés quelques minutes pendant qu'on reçoit le prix d'une place ou une différence de prix.

10. — Le règlement n° 1 est rédigé comme il suit :

« Aucun voyageur n'est autorisé à entrer dans une voiture du chemin de fer ou à voyager sur le chemin de fer, sans être muni par la Compagnie d'un coupon spécifiant la classe de la voiture et les stations ou destinations entre lesquelles ce coupon doit servir. Le voyageur montrera et remettra son coupon (que ce soit un billet d'abonnement, de saison ou un autre) à tout employé commissionné à cet effet par la Compagnie, chaque fois qu'il en sera requis dans un but quelconque. Un voyageur non muni de ticket, ne pouvant montrer ou refusant de montrer ou de

remettre son ticket comme il est dit plus haut, sera tenu de payer le prix de sa place depuis la gare d'origine du train jusqu'à la gare de destination »

11. — Si chaque voyageur savait qu'en entrant dans une voiture sans coupon ou avec un coupon irrégulier, ou qu'en dépassant la destination pour laquelle il a pris son coupon, il peut devoir payer une amende plus élevée que la taxe ordinaire, cela sauvegarderait les intérêts des chemins de fer à tel point que des contrôles fréquents deviendraient inutiles et que par conséquent tous les voyageurs y gagneraient en commodités.

12. — Si l'on considère la proportion de billets actuellement recueillis comme un indice de l'efficacité du système de contrôle et de récolement des coupons, il faut tenir compte de circonstances particulières; par exemple, sur le Great Western, un grand nombre de coupons de retour sont délivrés — dont une forte proportion à de courtes distances — et une partie de ces coupons n'est pas employée pour le voyage de retour; un certain nombre de voyageurs peuvent et doivent voyager sur d'autres lignes; et il y a d'autres causes qui affectent le récolement des coupons, mais, sans en tenir compte, voici les résultats du système en vigueur sur le Great Western pour l'année 1886 :

Nombre de voyageurs transportés		51,106,359
Recettes correspondantes	Livres.	2,860,996
Nombre d'abonnements		27,904
Recettes correspondantes	Livres.	85,604

De ces 51,106,359 voyageurs, 9,955,544 ont pris des billets de retour, de telle sorte qu'ils n'ont donné lieu à l'émission que de 41,150,815 billets, dont 629,607 n'ont pas été recueillis, soit une proportion de 1 53 p. c.

La proportion de voyageurs trouvés non munis de billets et obligés de payer le prix de leurs places aux contrôleurs a été de 0 66.

Ces proportions sont élevées si l'on considère, comme il a été dit précédemment, que le public est peu disposé à montrer fréquemment les coupons, que les Compagnies ont de la répugnance à faire effectuer un examen strict des billets et que l'on désire éviter les retards qui seraient causés aux trains par le contrôle qui ne peut se faire, comme sur quelques chemins de fer étrangers, pendant la marche des trains. Il serait très intéressant de connaître quels sont les résultats obtenus par les précautions plus minutieuses prises par les chemins de fer étrangers.

13. — Il peut être de quelque intérêt pour les railways qui distribuent des coupons pour de longs trajets, y compris les coupons internationaux, de savoir qu'un nouvel instrument a été mis en usage cette année sur les chemins de fer de la Grande-Bretagne pour produire à la fois dans les coupons une entaille et un timbre en relief, cette entaille et ce timbre étant séparés, c'est-à-dire pouvant être obtenus séparément. Le timbre porte pour chaque station un numéro différent en concordance avec ceux des comptes du Clearing-House. Cet instrument a pour but d'éviter la mutilation des coupons aujourd'hui produite par le contrôle, en substituant à l'entaille à l'emporte-pièce la marque en relief. Il a aussi pour objet de donner une meilleure indication des routes sur lesquelles les coupons ont été employés.

14. — Une place vide est laissée à la partie inférieure de chaque coupon (laquelle correspond avec le guide de l'instrument), et c'est à cet endroit que les contrôleurs doivent indiquer en relief le numéro de leurs stations respectives.

15. — Les contrôleurs aux stations de départ doivent entailler le bord du côté gauche du ticket

et de plus timbrer en relief leur numéro au coin gauche d'en bas (c'est-à-dire du dessous), afin d'indiquer quand le premier contrôle a été effectué.

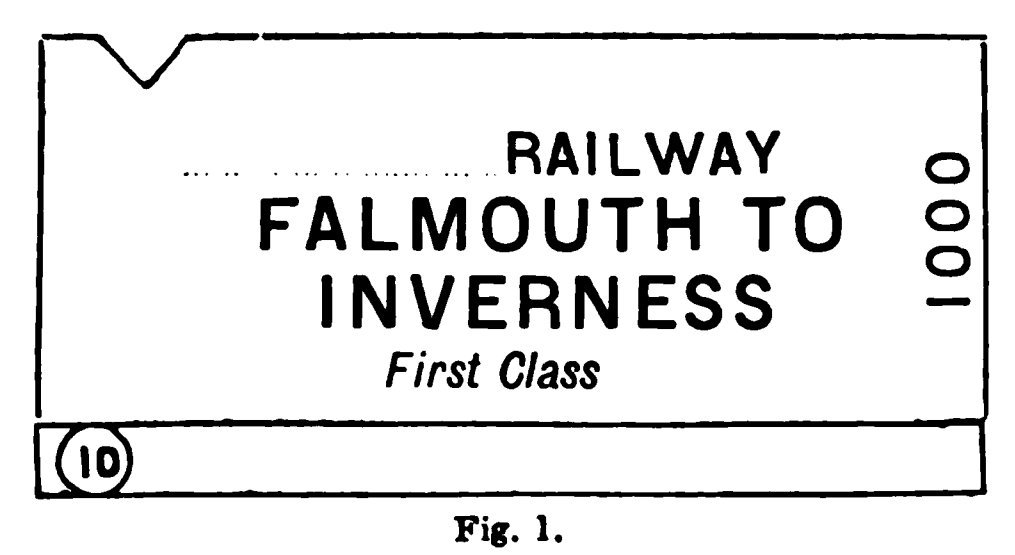


Fig. 1.

16. — A toutes les stations intermédiaires où il est permis aux voyageurs d'interrompre leur voyage, les contrôleurs doivent timbrer les coupons du numéro de leur station en allant de gauche à droite à la partie inférieure du coupon, à l'endroit dont il est question aux paragraphes 14 et 15; les contrôleurs de la station de récolement doivent non seulement timbrer le coupon de leur numéro, mais aussi entailler le bord du côté droit du coupon afin de faire voir à première vue que le voyage est terminé et que le ticket ne peut plus servir d'aucune manière. Le coupon présente alors l'aspect de la figure 2.

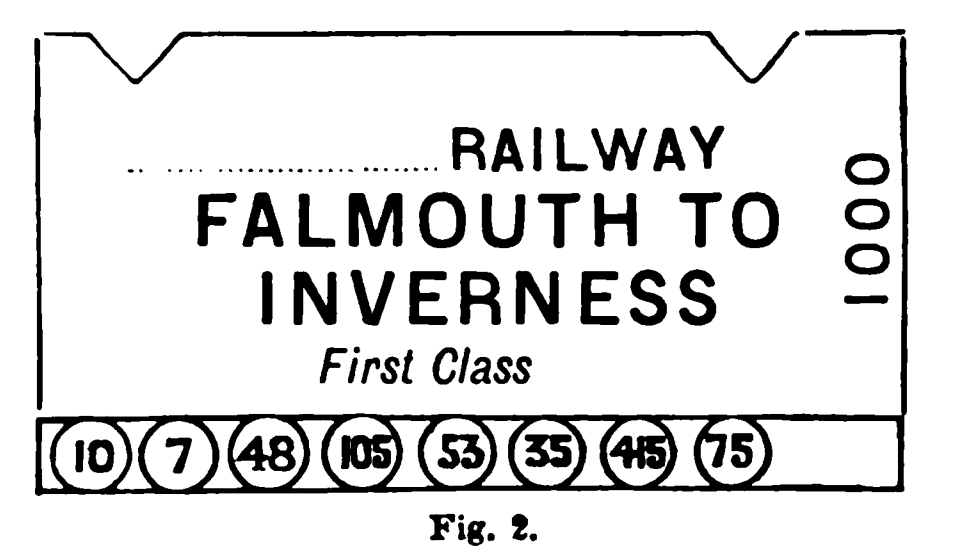


Fig. 2.

17. — Dans le cas de coupons d'aller et retour (qui doivent être présentés entiers), les contrôleurs aux stations de départ doivent entailler le bord du coin gauche et en plus timbrer le coin inférieur gauche de la moitié d'aller (comme dans le cas de coupons simples) indiquant ainsi quand le premier contrôle a été effectué; le ticket présente alors une apparence semblable à celle de la figure 3.

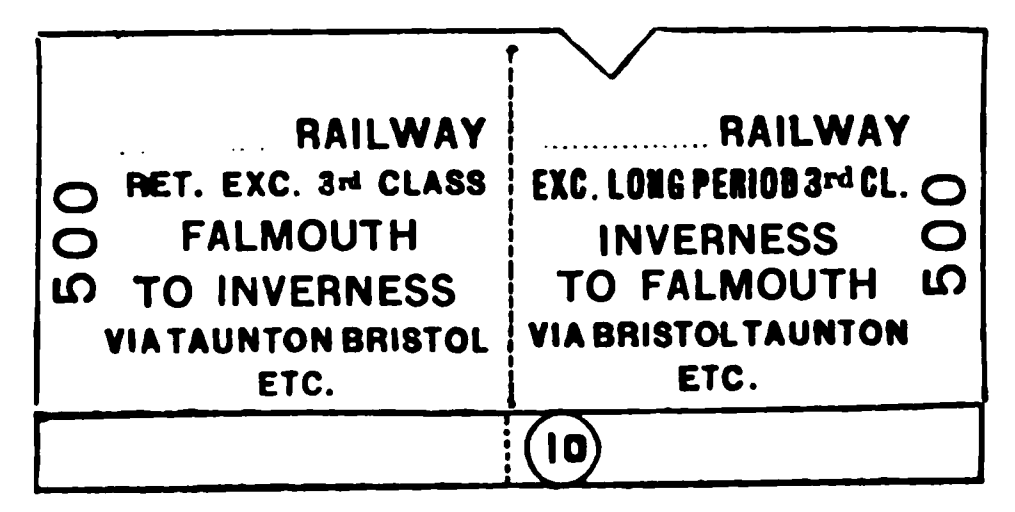


Fig. 3.

La partie de gauche pour les voyages de retour doit être traitée précisément de la même façon qu'un ticket simple. (Voir paragraphes 15 et 16.)

Le contrôle aux stations intermédiaires et terminus se fait sur chaque moitié du coupon aller et retour de la même façon qu'avec un coupon simple, comme nous l'avons indiqué au paragraphe 16, mais s'il arrivait, dans le cas de longs voyages, que le bord inférieur ne fut pas suffisant pour recevoir tous les numéros, les contrôleurs ont alors la coutume de timbrer les espaces vacants de chaque côté du numéro sur le bout gauche du ticket. Celui-ci présente alors l'aspect de la figure 4.

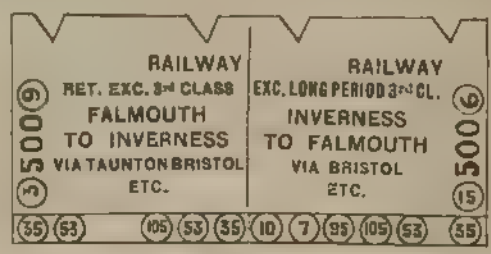


Fig. 4.

18. — Les *tickets en papier* simples et la moitié d'aller des coupons aller et retour doivent être pliés le côté imprimé à l'intérieur. L'entaillement et le timbrage se font de la même façon que pour les coupons en carton, la différence est seulement que quatre entailles apparaissent au lieu de deux.

La moitié de retour d'un coupon aller et retour est traitée de la même façon ; les chiffres timbrés en relief se montrent à la partie inférieure, comme l'indique la figure 5

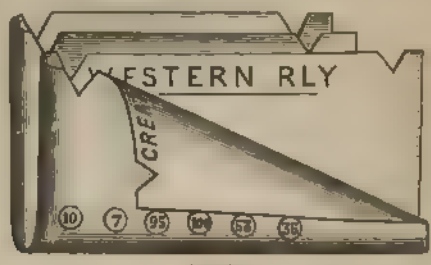


Fig. 5.

19. — Si un ticket n'était pas entaillé et timbré à la station de départ, ou si un contrôleur d'une station intermédiaire omettait de contrôler et de timbrer le coupon, *aucune autre station ne pourrait produire la même marque*, puisque les numéros sont différents, et l'omission révélerait la négligence du *contrôleur*.

20. — Une liste des stations du pays pourvues des nouveaux instruments pour entailler et timbrer les billets, est publiée pour l'instruction générale.

21. — Les contrôleurs de coupons doivent veiller attentivement :

1° A timbrer les coupons de la gauche à la droite de façon à faciliter l'indication de la route par laquelle le coupon a été employé ;

2° A ce que tout coupon présenté non en règle soit immédiatement signalé et que l'attention du chef de gare ou de la personne qui le remplace soit immédiatement attirée sur l'irrégularité;

3° A se persuader que toute négligence de leur part dans l'exécution des instructions sera connue par le bureau de décompte du Clearing-House et le directeur de l'exploitation, puisqu'il est facile de voir sur les coupons récolés si toutes les stipulations des instructions ont été, ou n'ont pas été suivies.

Londres, 2 septembre 1887.

DISCUSSION EN SECTION

(3e SECTION)

Séance du 19 septembre (après midi)

PRÉSIDENCE DE M. DARAGANE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. A. JACQMIN

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. GONDRY

La séance est ouverte à 2 heures 3/4.

M. le Président. Nous abordons la discussion de la question du contrôle des voyageurs. La parole est à M. Gondry, ingénieur en chef, directeur d'administration au chemin de fer de l'État belge, pour faire l'exposé de la question.

M. Gondry lit d'abord le rapport rédigé par lui et inséré dans le *Bulletin* (1). Il donne ensuite lecture d'une note de M. GRIERSON, directeur général du Great Western Railway (2), parvenue trop tardivement pour pouvoir être prise en considération dans la rédaction du rapport.

M. Cazavan (*France*). M. le rapporteur nous a fait connaître que certaines Administrations font payer des surtaxes aux voyageurs trouvés en contravention, et qui effectuent des parcours irrégulièrement. Pourrait-il nous dire le taux de

50 p. c. du prix de transport. Actuellement, elle est invariable et fixée à 2 francs, en vertu d'un règlement qui vient d'être mis en vigueur et qui, je dois le déclarer, a été assez vivement critiqué.

La perception d'une surtaxe fixe est cependant en usage dans plusieurs pays.

La note de M. Lapierre, qui est au *Bulletin* (¹), fournit des renseignements précis sur ce point. En Allemagne, la surtaxe s'élève à 1 mark; en Autriche-Hongrie, à 1 2 florin; dans les Pays-Bas, pour la première et la deuxième classe, à 50 cents; pour la troisième classe, à 25 cents. Si j'ai bonne mémoire, en Alsace-Lorraine, il y a également une surtaxe fixe comme en Belgique.

M. Matrot (*France*). Ce doit être la surtaxe de 1 mark qui existe en Allemagne d'après un règlement d'administration publique commun à tous les chemins de fer d'Allemagne et d'Autriche.

M. Colomb (*Suisse*). Sur les lignes de la Suisse occidentale, tout voyageur qui n'est pas porteur d'un billet régulier paye une surtaxe de 50 centimes. Au commencement, la mesure a soulevé quelques orages, mais maintenant elle s'applique régulièrement sans qu'on s'en plaigne.

M. Verloop (*Pays-Bas*). En Hollande, lorsque le voyageur prévient un des gardes ou des employés du train qu'il n'est pas en règle, il n'est astreint à payer que la moitié des amendes.

M. Pellegrini (*Italie*). Sur la petite ligne du *Central Canavese*, en Italie, l'établissement d'une surtaxe de 10 centimes seulement, représentant en moyenne 10 p. c. de la valeur du billet, a suffi pour faire cesser les fraudes d'une manière presque complète. Pour des lignes à grands parcours, il peut être nécessaire de prendre d'autres mesures, mais celle que j'indique paraît suffisante sur des lignes où les parcours sont peu étendus.

M. Kossuth (*Italie*). Je crains bien que, sur les grands réseaux italiens, même avec une surtaxe bien plus considérable, on ne soit pas parvenu à supprimer les fraudes.

M. Matrot. En Belgique, c'est en vertu d'un règlement d'administration publique que la perception supplémentaire a lieu. N'a-t-il pas fallu une loi?

M. Gondry. Non. Une loi permet au ministre de fixer les tarifs.

(¹) Voir vol. I, n° 7, juillet 1887, 2e fasc., p. 370.

M. René Picard (*France*). La question des surtaxes est beaucoup plus grav pour les Compagnies à grands parcours que pour les Compagnies à petits pa cours. En France, nous n'avons pas la pratique de ces amendes; elles n'existe pas. Mais je me demande quelle est l'amende qu'on pourrait faire payer chez no pour empêcher un voyageur d'essayer de frauder sur une perception de 100 à 150 francs. Si nous imposions une amende faible, nous n'obtiendrions aucu résultat et cela offrirait un grand danger. Si nous imposions des amendes forte immédiatement surgiraient des récriminations intolérables. Je dirai même qu c'est une chose impossible à présenter au Parlement d'un grand pays quelconqu Voyons ce qui se passerait sur les grandes lignes. Si l'on infligeait 5 fran d'amende à un voyageur qui veut aller en fraude de Paris à Marseille, il courra facilement le risque de payer ces 5 francs pour en économiser 60 ou 100, e dans cette situation, nous verrions bien plus d'essais de fraude qu'aujourd'hui.

Actuellement, sur notre réseau, quand un contrôleur de route surprend u voyageur dans des conditions irrégulières, il le presse de questions assez vigou reusement et assez adroitement — nous choisissons bien ces fonctionnaires, pou l'amener à reconnaître l'irrégularité de sa situation. On le poursuit, on l'attrai en police correctionnelle, où il est presque toujours condamné à une amende. Il e est naturellement très contrarié et les fraudes sont beaucoup moins commune qu'elles ne le seraient avec tout autre système. Bref, sur notre ligne, nous avon adopté le système que M. le rapporteur a qualifié de système mixte. Nous essayon un peu de tous les procédés qui peuvent diminuer le nombre des fraudes.

Nos salles d'attente sont ouvertes. Une fois qu'un voyageur a pris son billet il passe par une porte quelconque et il entre dans la gare, où il est chez lui. Là, i trouve — dans les grandes gares seulement — un employé qui rend impossible la validité de son billet pour un autre voyage, en le marquant au moyen d'un emporte-pièce.

Le voyageur monte dans le train et, généralement, il s'en va à destination sans être dérangé en route, sinon une fois ou deux tout au plus le jour et jamais la nuit.

Nous pensons que nous sommes faits pour le public et non le public pour nous, et nous croyons qu'avant tout notre contrôle ne doit pas être tracassier. Il ne faut pas qu'on dérange, la nuit surtout, toutes les catégories de voyageurs honnêtes, parce que nous supposons qu'il y a quelqu'un qui pourrait frauder. Les voyageurs remettent leur coupon à la sortie des gares.

Mais, à côté du contrôle ordinaire qui se fait à l'entrée de certaines grandes

gares, nous avons de véritables agents de police nommés contrôleurs de route. Il y en a trois ou quatre pour chacune des onze sections d'exploitation. Ces agents recherchent les fraudeurs. En observant leurs allures, ils se disent : Voilà un monsieur qui a une mauvaise mine, qui se livre à des manœuvres singulières, qui fait des voyages bizarres : il passe par les buffets, il cherche à faire prendre en route des billets par des garçons de buffet. Nos contrôleurs de route suivent cet homme et, par ce procédé, nous sommes parvenus à prendre en contravention beaucoup d'individus.

Le nombre des irrégularités constatées a diminué chez nous, grâce à ce système de double contrôle qui laisse les honnêtes gens tranquilles, mais serre de près tous les suspects. Ce qu'il importe, c'est de bien choisir ses agents.

Vous n'arriverez jamais à faire adopter par un Parlement ou par une Administration quelconque, une amende fixe qui soit suffisante pour empêcher la fraude quand on a de grands parcours à faire, et qui soit tolérable si elle doit s'appliquer même à des fautes légères commises sur de petits parcours.

Vous ne pouvez concilier ces deux choses. En Belgique, peut-être y parvenez-vous, mais sur de grands réseaux comme les réseaux français, cela me paraît impraticable.

M. Bachelet (*Italie*). Sur le réseau italien de la Méditerranée, nous prélevons des surtaxes qui sont approuvées par la loi de concession, par la loi qui a fixé les tarifs. Un voyageur pris en contravention peut être astreint à payer trois fois la valeur du billet, c'est-à-dire 200 p. c. de surtaxe.

La question de contrôle est très délicate D'un côté, il faut sauvegarder les intérêts des Compagnies, mais de l'autre, il ne faut pas tracasser le voyageur. Des dispositions très simples ont été prises par notre directeur général pour que, la nuit, on ne dérangeât pas les voyageurs, surtout quand ils ont à faire de longs parcours sur lesquels le contrôle des billets devrait se répéter trois ou quatre fois pendant le même voyage.

Nous avons un système un peu plus complet que celui de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée. Pour entrer dans la gare, il faut un billet. Le voyageur monte dans le train et on fait généralement le contrôle au départ. Lorsque dans les grandes gares plusieurs trains partent pour des destinations différentes, cette mesure a pour avantage que l'on peut s'assurer si le voyageur est bien dans le train où il devait prendre place, en même temps que l'on contrôle son billet et que l'on constate s'il est dans la classe à laquelle ce billet lui donne accès.

M. René Picard. Nous faisons cela aussi:

M. Bachelet. Nous avons un système de contrôleurs ambulants qui, généralement, font une partie du contrôle au départ, puis prennent un train, voyagent et, à une certaine destination, reprennent un autre train qu'ils contrôlent. Les abus évidemment sont encore possibles. Il peut se faire, par exemple, que, dans un train de nuit, on ne contrôle pas à certaines gares et qu'un voyageur au courant des usages monte, dans l'intervalle, dans une voiture d'une classe supérieure et passe dans une autre voiture plus loin. Mais on n'évitera pas tous les abus.

Un premier contrôle à l'entrée de la gare, un second au départ du train, garantissent efficacement contre la fraude. Sans doute, le voyageur peut se déclasser, mais les contrôleurs, en cours de route, peuvent, en ce cas, surprendre le fraudeur.

On ne peut pas demander à un voyageur qui va de Milan à Rome quatre fois son coupon, et il faut, en cette matière, toute la tolérance qui peut s'accorder avec les intérêts de la Compagnie.

Sur notre réseau, la pénalité est reconnue, elle est légale. Les contrôleurs de route touchent 5 p. c. du montant des déclassements qu'ils constatent.

Ils se font ainsi un supplément d'appointements assez respectable, ce qui prouve qu'ils prennent pas mal de gens en faute.

Nous appliquons le triple de la taxe à un voyageur qui n'a pas pris de coupon, si nous pouvons supposer qu'il a voulu frauder; s'il a altéré un billet, pour changer la destination ou la date, on lui impose deux fois la taxe. Nous admettons qu'au

culté : c'est de savoir à quel taux il faut s'arrêter. La surtaxe, si elle est uniforme, pourra être trop élevée pour les petits parcours, trop faible pour les grands parcours. Je dois toutefois ajouter qu'en Belgique, l'application de la surtaxe n'empêche pas les poursuites judiciaires. En cas de tentative de fraude manifeste, le voyageur est traduit devant le juge de paix, et condamné à une amende de 20 francs; la surtaxe n'exempte pas de l'amende prévue par la loi pénale.

M. René Picard. Alors, c'est parfait.

M. Gondry. On ne doit pas abuser des poursuites judiciaires, car, ainsi qu'il va de soi, le juge ne condamne que si la tentative de fraude est bien établie. Le moindre doute conduit à un acquittement, surtout quand la position sociale du délinquant fait présumer son honnêteté.

M. René Picard. Notre service du contentieux ne poursuit non plus que quand nous sommes certains d'avoir affaire à un voleur. Si l'on est en face d'une personne qui a négligé, pour une raison quelconque, de se mettre en règle, on se borne à lui recommander de ne pas recommencer et on en reste là.

Nous avons fait une épreuve pour savoir où nous en étions comme contrôle. Dans chaque section d'exploitation, nous avons un inspecteur de trains qui a sous ses ordres tous les conducteurs de trains et les contrôleurs de route. Tous les mois, à une date fixe pour chaque section, on donne l'ordre à l'inspecteur de trains de visiter tel ou tel train, à telle ou telle gare. Il se rend à l'endroit déterminé avec deux ou trois contrôleurs. Il prend pour l'aider un ou deux contrôleurs du service de la gare. En un clin d'œil, ils font le contrôle du train de fond en comble, et seulement quand le coup de sifflet du départ est déjà donné. Naturellement, le conducteur a été prévenu. Le chef de gare a donné le signal du départ, mais on n'est pas parti. Les agents qui ont contrôlé le train envoient ensuite un rapport au service central de l'exploitation. Je tiens ces documents à la disposition de tous nos collègues.

Nous sommes arrivés à n'avoir presque plus de fraudes, malgré le grand nombre de nos trains. Pour nous, la formule est la suivante.

Nous disons à nos contrôleurs de route : « Ne cherchez pas à faire des perceptions de route, cherchez les voleurs! »

Nous avons renoncé au système de prime sur les perceptions, de crainte d'une entente entre gares et contrôleurs. On laissait malheureusement passer des billets pour augmenter la prime. Aujourd'hui, nous disons simplement que nous donne-

rons des gratifications aux contrôleurs de route qui prendront le plus de gens [illegible] une situation irrégulière et dont les procès-verbaux seront les mieux faits. Ce [illegible] les inspecteurs principaux qui proposent ces primes sous forme de gratificati[illegible] Cela n'est plus codifié.

M. Bachelet. Nous ne donnons la prime de 5 p. c. que sur les percep[illegible] supplémentaires de classe, par exemple quand un voyageur est trouvé en prem[illegible] avec un billet de seconde.

M. Verloop. MM. Picard et Bachelet n'envisagent guère, à en juger par [illegible] qu'ils ont dit, que les voyageurs ayant à faire un long parcours. Je comprends qu'on préfère être dérangé une fois à l'entrée de la gare que de l'être plusieurs fois en cours de route; mais pour les voyageurs à courte distance, ce système pres[illegible] des inconvénients, surtout quand ils doivent souvent changer de trains, entrer dans les gares et en sortir, et qu'ils ont à porter des bagages ou des enfants. Pour ces voyageurs, le système anglais qui laisse entrer chacun librement dans le train me paraît mériter quelque égard.

M. Gondry. Il y a beaucoup de stations, en Angleterre, dans lesquelles le public circule librement, mais l'on ne peut en général arriver jusqu'au train sans [illegible] ticket. Il en est ainsi surtout pour les voyages à petite distance. Parfois, l'accès du quai d'embarquement lui-même est libre, mais, dans ce cas, le ticket doit être exhibé au moment de monter dans la voiture ou avant le départ du train.

M. Verloop. Je crois que dans plusieurs endroits en dehors de Londres on peut entrer dans les trains sans montrer de billet. J'ai eu peut-être tort d'appeler ce système « le système anglais »; mais en tout cas, il y a en Angleterre des lignes sur lesquelles on peut entrer et sortir librement des gares et des trains et où le contrôle dans les gares est remplacé par un contrôle dans les trains avant l'arrivée aux gares principales.

M. Gondry. Je crois avoir plus souvent constaté le contrôle à l'entrée du quai ou à l'entrée en voiture.

M. Matrot. En Belgique, la surtaxe est-elle exigée du voyageur qui dépasse le point de destination indiqué sur son billet sans aucune intention frauduleuse, par exemple parce qu'il rencontre dans le train un ami ou un parent avec lequel il veut s'entretenir plus longtemps?

M. Gondry. La surtaxe n'est pas perçue du moment que le voyageur déclare,

en temps utile, qu'il n'est pas en règle. Il doit nécessairement prendre l'initiative de cette déclaration.

Le fait suivant peut se présenter :

Le voyageur a pris un billet d'aller et retour qui donne lieu à une forte réduction. Avant le voyage de retour, son intention se modifie et il désire descendre, non à la gare pour laquelle est valable son billet de retour, mais à une gare plus éloignée. En fait, il n'a pas le temps d'aller chercher un billet à la gare où il devait descendre primitivement. A moins de perdre la valeur du billet de retour, le voyageur se trouvera donc forcément dans une situation irrégulière. Pour échapper à la surtaxe, il lui suffit, dans ce cas, de faire connaître au garde du train, avant l'arrivée à la station de destination du billet de retour ou à cette station même, son intention de poursuivre le voyage au delà de ce point.

M. Matrot. Du temps de la surtaxe de 50 p. c., on avait beau faire n'importe quelle déclaration, il fallait toujours la payer !

M. Bachelet. En Italie, il y a une loi spéciale qui définit les pénalités à appliquer aux voyageurs circulant avec des billets de retour ou de trains de plaisir, achetés à des tiers. Outre la surtaxe, on applique une pénalité aux individus qui pratiquent la cession de leur billet. Les lois imposent des amendes très sévères.

M. René Picard. En France également, mais c'est un peu lettre morte parce que ce genre de fraude est difficile à constater.

M. Gondry. Chez nous, il n'y a pas de sanction.

M. Kossuth. J'ai déjà surpris quelques individus qui faisaient le commerce régulier de ces billets.

M. Bachelet. Il est arrivé, en effet, qu'on vendait des billets dans les hôtels. C'est ce fait qui a provoqué les mesures qui ont été prises. On achetait un coupon pour un train de plaisir avec retour facultatif après deux jours. Certaines personnes, ne voulant ou ne pouvant pas revenir dans ce délai, cherchaient à vendre leur billet. Ce cas a été prévu par la loi.

M. le Président. Sur la ligne russe Nicolas, nous mettons le timbre de la journée quand le billet a été pris à une station intermédiaire, pour ne pas laisser passer ailleurs avec ce coupon.

M. Gondry. Le gouvernement prussien a, un jour, chargé un fonctionnaire de la police, un détective, comme disent les Anglais, de vérifier ce qui se passait en matière de fraude de coupons. Généralement, en Prusse, il n'y a pas d'autre contrôle que celui qui est fait par le garde du train. Ce fonctionnaire de la police a découvert des fraudes considérables qui se pratiquaient avec les livrets-coupons à long parcours. Il a administré la preuve qu'il avait lui-même voyagé trois fois de Cologne à Hambourg avec le même livret.

M. René Picard. Il avait été question d'introduire chez nous le système allemand. Nous ne l'avons pas fait à cause des inconvénients qu'il présente et que nous avons été personnellement à même de constater.

En définitive, prendre le billet, l'oblitérer à l'emporte-pièce quand on passe sur le trottoir ou dans l'intérieur de l'enceinte spéciale, tâcher de contrôler tous les trains au moment du départ quand on le peut, établir un contrôle de route bien disposé, à des heures où l'on ne dérange pas les voyageurs, et enfin, retirer le billet à l'arrivée, voilà de bonnes règles à suivre! Il faut aussi que le contrôle de route soit établi, non avec l'idée de faire des perceptions, mais avec celle de chercher les fraudeurs.

M. Bachelet. Quand on en prend, on fait la perception quand même! (*Hilarité.*)

M. René Picard. Nous ne voulons atteindre que les gens malhonnêtes.

M. Kossuth. Je ne suis pas tout à fait d'accord avec l'honorable membre sur

pour impair. Cela déjoue une foule de combinaisons. Sans doute, aucun contrôle n'est absolument parfait, mais celui que j'ai indiqué présente de nombreux avantages.

M. Gondry. Le meilleur de tous les systèmes, c'est de faire en sorte qu'on n'arrive pas dans un train sans un billet régulier. Il vaut mieux empêcher un voyageur qui n'est pas en règle de monter dans le train, que de percevoir des surtaxes après coup. (*Marques d'adhésion.*)

M. René Picard. Assurément. Le système le meilleur, c'est le contrôle dans le train et le train arrêté.

M. Gondry. Dans le système de M. Grierson, chaque entaille du billet porte un numéro qui la distingue. Quand le voyageur doit changer souvent de train, plusieurs contrôles sont inévitables; alors l'empreinte du numéro de la station présente de très grands avantages. Je crois aussi qu'une seconde entaille, faite pour montrer que le voyage est terminé et que le coupon est complètement périmé, est une chose utile.

M. René Picard. A propos du système anglais, quand le voyage est terminé, on retire le billet; à quoi sert l'entaille?

M. Gondry. Elle assure immédiatement l'annulation définitive du billet.

M. René Picard. Chez nous, sur nos trains express démocratiques du Paris-Lyon-Méditerranée, le système anglais du Great Western serait impraticable, il est trop compliqué pour être appliqué à 250 ou à 150 voyageurs, ce qui est la composition ordinaire de nos trains.

M. Gondry. Ce n'est pas un système spécial au Great Western, il est appliqué d'une façon générale par les chemins de fer anglais.

M. René Picard. Je crois que nous agirions sagement en reportant cette question au programme du prochain Congrès. Nous devrions entendre, au sujet du système expliqué par M. Grierson, un délégué anglais. J'avoue que j'ai lu deux fois la note et que je ne la comprends pas dans toutes ses parties. Le système me paraît très ingénieux, mais il me fait l'effet d'un mouvement d'horlogerie. Il faut des artistes pour l'appliquer! (*Hilarité.*) Je vois des billets couverts de numéros; il faudrait savoir comment cela se passe; nous ne pouvons discuter sur une chose si peu connue.

M. le Président. Si nous pouvons obtenir des explications sur la méthode dont il s'agit, nous en reparlerons à une séance ultérieure.

M. Gondry. D'après tout ce qui vient d'être dit, il me paraît que le sentiment général est que le contrôle dans les stations est plus efficace que le contrôle fait exclusivement par les gardes du train. C'est assez élémentaire, puisque dans le second cas il n'y a qu'un homme qui intervient.

N'oublions pas de dire que c'est un peu une question de trafic. Là où le trafic de la route est important, là où les voyageurs sont nombreux, on peut organiser les stations de façon à y faire le contrôle. Sur les lignes à faible trafic, dans bien des cas le contrôle par les stations serait trop coûteux. On doit se contenter d'un contrôle moins sûr, fait en tout ou en partie par les gardes de train. Il est bon de faire cette réserve, tout en considérant comme plus efficace le contrôle pratiqué dans les stations.

M. René Picard. C'est mon avis. Sur les lignes à faible trafic, sur les lignes d'Algérie, par exemple, le contrôle fait exclusivement par les contrôleurs du train est le seul suffisamment économique. Seulement, il faut les faire contrôler souvent, eux-mêmes, non par des agents de leur catégorie, mais par des agents supérieurs faisant partie de l'état-major de la Compagnie. Quand le contrôle de route est unique, il doit être surveillé de très près.

M. Bachelet. Alors vous déplacez la dépense.

M. René Picard. Il y a toujours un inspecteur sur toutes les lignes. Il doit s'astreindre à surveiller les agents et à les prendre en faute. C'est ce que nous faisions en Algérie, où j'ai été directeur de l'exploitation.

M. Verloop. En ne signalant que les deux systèmes qui viennent d'être désignés, on n'est pas complet, il en existe un troisième : le contrôle par les gardes combiné avec le contrôle avant l'arrivée aux grandes stations par des agents n'appartenant pas aux trains.

M. Gondry. A côté des deux systèmes qui sont indiqués dans le rapport, on peut faire toute espèce de combinaisons, mais ce que je viens de dire me semble pouvoir s'appliquer aux systèmes intermédiaires. Pour les lignes à très gros trafic, il faut pouvoir faire tout le contrôle par des agents placés à poste fixe dans les stations. Pour les lignes à faible trafic, le garde du train doit faire toute

besogne. Pour un trafic intermédiaire, il est rationnel d'adopter des solutions intermédiaires et de combiner les deux systèmes.

M. Verloop. Je préfère le système qui n'offre pas l'inconvénient de déranger les voyageurs à la sortie des gares, alors qu'ils sont chargés de colis et qu'on se presse pour sortir, souvent par une petite porte.

M. Gondry. Les inconvénients dont vous parlez peuvent être beaucoup atténués si l'on prend la précaution de ménager un très grand nombre d'issues. Incontestablement, si vous faites passer tous les voyageurs par une seule ouverture, en face d'un seul collecteur-contrôleur de billets, vous arrivez à contrarier les voyageurs. Mais on peut ménager diverses issues et mettre plusieurs contrôleurs. Le public se partagera et ne sera point gêné.

M. René Picard. Autrefois, à l'entrée de la gare de Paris, nous avions un quai de contrôle où tous les trains s'arrêtaient. Devant les réclamations très vives du public de banlieue, nous avons été obligés d'y renoncer. Les gens qui partaient des environs de Paris, en se voyant arrêtés deux ou trois minutes quand ils arrivaient à ce quai de contrôle, poussaient des cris. En règle générale, pour les services de banlieue, il est impossible de faire des arrêts à des quais de contrôle quelconques. Si l'on a l'intercommunication et le personnel suffisant, le contrôle peut se faire mais sans arrêter.

M. Bachelet. Nous avions adopté le même système à Turin, mais nous avons été également forcés d'y renoncer.

M. Gondry. Le contrôle à un quai qui précède de peu la gare de destination présente des avantages sérieux pour les grands express, parce que les voyageurs ont beaucoup de bagages et que le contrôle à la sortie les gêne. Mais pour les trains de banlieue, l'arrêt à un quai spécial de contrôle est fort désagréable, à cause du retard qui en résulte et, d'autre part, le contrôle à la sortie ne gêne guère les voyageurs de ces trains, attendu que la plupart n'ont point de bagages. En Angleterre, on n'applique jamais le système du quai spécial de contrôle aux trains de banlieue.

M. René Picard. Nous pratiquions ce système à Marseille, à Lyon et à Nice. Nous l'avons supprimé pour une question de place. Quand nous le pourrons, nous rétablirons le quai de contrôle de Paris. Pour le moment, il n'y a plus que le contrôle des billets à la sortie.

M. Gondry. Il faut distinguer. Pour les trains de banlieue, il convient de faire le contrôle à la sortie du quai ou de la station; pour les grands trains, il y a un avantage réel à faire le contrôle à un quai spécial, de façon que les voyageurs soient tout à fait libres quand ils arrivent à la station de destination.

— La séance est levée à 4 heures 1/2.

Séance du 21 septembre 1887

Présidence de M. DARAGANE

Secrétaire principal : M. A. JACQMIN

Secrétaire de section chargé de l'exposé de la question : M. GONDRY

La séance est ouverte à 11 heures 35.

M. A. Jacqmin donne lecture du résumé qu'il a rédigé des débats auxquels a donné lieu la question XIV.

M. le Président. Quelqu'un demande-t-il la parole?

M. Gondry. Il me paraît qu'il y a, dans le résumé qui vient d'être présenté, une [illegible] en ce qui concerne le contrôle fait par les stations au

M. A. Jacqmin. J'ai été contrôlé en Angleterre en cours de route.

M. Gondry. M. Grierson dit au paragraphe 8 de sa note [1] : « Au *Great Western Railway*, il existe deux brigades de contrôleurs spéciaux qui voyagent sur le réseau afin d'examiner les coupons à des endroits où les trains ne s'arrêtent pas habituellement ou bien où les coupons ne sont pas ordinairement contrôlés. » Je crois que c'est un usage très général.

M. A. Jacqmin. Je pourrais dire : « Dans un très grand nombre d'Administrations, le contrôle est fait, en règle générale, par les stations; mais en outre des agents spéciaux choisis avec soin sont chargés de contrôler les voyageurs tantôt dans un train, tantôt dans un autre, etc. »

M. Gondry. Si l'on met : « Dans un grand nombre d'Administrations... », je suis satisfait.

M. le Président. Il en sera donc ainsi. (*Approbation.*)

M. A. Jacqmin. A l'appui de la note très sommaire que je viens d'avoir l'honneur de vous lire, il y a le compte rendu sténographique dans lequel toutes les idées exprimées se trouvent reproduites explicitement.

M. René Picard. Pour empêcher qu'il y ait confusion entre le contrôle en cours de route et le contrôle fait par des hommes ambulants qui contrôlent pendant les arrêts des trains, voulez-vous qu'on mette : « contrôle en marche » ? Ainsi, nous serons tous d'accord. Il n'y aura plus de confusion entre le contrôle des gares fait par des contrôleurs ambulants et le contrôle fait pendant la marche des trains. Nous pourrions dire : « contrôle en marche »; puis « contrôle intermittent fait en gare par des agents spéciaux ».

M. Bachelet. Il nous est défendu de faire le contrôle pendant la marche des trains à cause de nos tunnels.

M. Niels (*Belgique*). Dans les Pays-Bas, un arrêté ministériel défend toute espèce de circulation sur les marchepieds des voitures, pendant la marche des trains.

M. René Picard. Je vous propose une définition, c'est d'appeler *contrôle en marche* celui qui est fait par des agents qui courent sur les marchepieds, ouvrent les portières et contrôlent les billets pendant la circulation des trains.

M. Gondry. La phrase est conçue dans des termes généraux. Elle perdrait son

[1] Voir vol. I, nº 9, septembre 1887, 2e et dern. fasc., p. 1161.

sens si l'on substituait à ces termes généraux le terme spécial de « contrôle en marche ». D'ailleurs, la définition n'est pas complète. Il faut distinguer le contrôle permanent et le contrôle intermittent fait par des contrôleurs qui passent d'un train à un autre.

M. A. Jacqmin. Il y a six systèmes de contrôle qui sont basés sur le contrôle par les gares et le contrôle par les trains. Je ne sais si nous devons entrer dans tous les détails. On m'a déjà reproché d'avoir fait un rapport trop long.

M. René Picard. Voici la phrase que je vous proposerai d'adopter définitivement : « Le contrôle des voyageurs peut être effectué de deux manières bien distinctes : 1° par les agents des gares ; 2° par les agents des trains, ou par des « contrôleurs ambulants, soit en marche, soit pendant le stationnement de ces trains « dans les gares ou stations. »

— Les conclusions proposées sont adoptées avec cet amendement. Elles seront lues en séance plénière.

Séance du 23 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. DARAGANE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. JACQMIN

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. GONDRY

M. le Président. M. René Picard a obtenu des renseignements très complets sur le système décrit par M. Grierson, directeur général du Great Western Railway, au sujet du mode de contrôle récemment appliqué sur les lignes de cette Société (1). Je le prie de bien vouloir nous en donner connaissance.

M. René Picard. Voici les diverses questions que nous avons posées à M. Grierson et les réponses qu'il a bien voulu y faire :

QUESTION 1. — Y a-t-il des contrôleurs de route en Angleterre ? Si oui, de quels numéros font-ils usage pour contrôler les billets ou les coupons ?

RÉPONSE. — Il n'y a pas de contrôleurs de route en Angleterre. Les contrôleurs des billets sont stationnés aux jonctions ou sur des quais de contrôle placés avant l'entrée des grandes gares, et aux petites stations le personnel ordinaire fait le contrôle et le récolement des billets.

(1) Voir le *Bulletin*, vol. I, n° 9, septembre 1887, 2e et dern. fasc., p. 1160.

QUESTION 2. — Les agents des gares font-ils le contrôle dans les voitures au moyen de quais de contrôle placés avant l'entrée des gares, ou bien le font-ils avant le départ, quand tous les voyageurs sont déjà montés dans le train?

RÉPONSE. — Dans certains cas, les billets sont examinés à l'entrée des voyageurs dans les gares, mais plus souvent quand ils sont montés dans le train.

QUESTION 3. — Combien y a-t-il de gares munies de l'instrument nouveau dont parle la note, entre Londres et Liverpool, par exemple?

RÉPONSE. — Chaque gare pourrait être munie de ce nouvel instrument; jusqu'à présent cependant, en Angleterre, il n'a été mis en usage qu'en partie, pour la raison que le système est encore nouveau et n'a pas été adopté en général.

Ma demande était très précise, et la réponse est un peu vague. Elle prouve qu'il ne s'agit que d'un essai.

QUESTION 4. — Ces gares sont-elles disposées d'une façon spéciale pour faire le contrôle? Si oui, quelles sont ces dispositions?

RÉPONSE. — Il n'y a pas d'arrangement spécial pour faire le contrôle des billets.

QUESTION 5. — Le paragraphe 16 de la note de M. Grierson semble ne viser que les gares où les voyageurs ont la permission de s'arrêter. Quelles sont les considérations qui ont fait choisir telles gares dans ce but plutôt que telles autres?

RÉPONSE. — Il n'est généralement pas permis aux voyageurs d'interrompre leur voyage à toutes les stations intermédiaires. En cas de longs voyages, avec usage de billets dits: « Tourist tickets, » le voyage peut être interrompu à certaines gares intermédiaires.

QUESTION 6. — Sur le Paris-Lyon-Méditerranée, tout voyageur ayant un billet comportant un parcours de 500 kilomètres, au moins, peut perdre 24 heures en route, et s'arrêter à n'importe quelle gare. Il peut perdre 48 heures, s'il a un billet pour 800 kilomètres ou plus. N'y a-t-il rien de semblable en Angleterre?

RÉPONSE. — Sur les lignes de chemins de fer où il est permis aux voyageurs d'interrompre leur voyage à toutes les gares intermédiaires, le système de marquer le billet par un numéro au lieu de l'entailler, a l'avantage de ne pas autant défigurer le billet et en même temps il indique la station où le contrôle a eu lieu.

Il semble résulter de cette réponse que sur certaines lignes anglaises on s'arrête partout, mais alors il doit en résulter un nombre de numéros fabuleux.

QUESTION 7. — En France, nous avons au moins 5,000 gares actuellement, si je ne me trompe. Faudrait-il avoir 5,000 numéros, pour employer dans notre pays le système anglais, puisque chez nous on peut s'arrêter partout?

RÉPONSE. — En Grande-Bretagne, nous avons probablement 5,000 gares, cependant il n'est pas nécessaire d'avoir tant de numéros, une marque quelconque ou un chiffre convenu pourrait satisfaire au besoin.

Ceci indique que le problème n'est pas résolu, puisqu'on parle d'un mode d'an-

notation plus simple qui pourrait être trouvé. Je ne crois pas qu'il soit bien facile de trouver 5,000 caractères pour les 5,000 ou 6,000 gares et stations du réseau anglais.

Question 8. — Enfin, l'usage de l'instrument n'amène-t-il pas des encombrements, des retards à la sortie des voyageurs ou lors du contrôle dans les voitures, les jours de fête, d'affluences, quand chaque train transporte 200, 300, 500 voyageurs?

Réponse. — Ce nouveau système ne produit pas plus de retard et ne demande pas plus de temps que l'opération ordinaire d'entailler les billets.

Dans le cas où 200 ou 500 voyageurs sortent du train ou de la gare, ils ont généralement terminé leur voyage, s'ils ont des billets simples, et par conséquent ceux-ci doivent être rendus; s'ils ont des billets d'aller et retour, une partie de chaque billet est retirée par le contrôleur.

Je n'ai pas bien compris ce que M. Grierson disait là. Je crois que cela signifie que, à la gare précédente, on a entaillé le billet pour la sortie définitive du voyageur et avant le départ du train. Au moment du départ du train, on court le long du marchepied et on entaille les billets des voyageurs qui doivent s'arrêter à la gare suivante. Mais s'il y a 600 voyageurs et si l'on doit faire cette opération en courant le long des marchepieds ou plutôt le long du trottoir du départ, on peut perdre beaucoup de temps.

Je me suis permis de vous soumettre un résumé de l'examen de cette question dans les termes suivants, en demandant à M. le Président et à la section leur approbation.

[redacted]

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE

Séance du 21 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. LE COMM. BRIOSCHI

M. le Président. La parole est à M. Jacqmin, secrétaire principal de la 3e section, pour donner lecture du projet de conclusions relatives à la question XIV.

M. A. Jacqmin. L'exposé de la question du contrôle des voyageurs a été rédigé par M. Gondry, ingénieur en chef, directeur d'administration au chemin de fer de l'État belge.

But du contrôle. — Le contrôle des voyageurs a pour but d'assurer la perception des taxes dues aux Administrations de chemins de fer pour le transport des voyageurs. Tout voyageur doit avant de partir prendre un billet qui mentionne le parcours à effectuer, la classe de voiture choisie, souvent même la nature du train ordinaire ou express, et payer la taxe correspondante.

Tout voyageur qui, en cours de route, modifie les conditions primitivement stipulées, soit en dépassant la destination indiquée, soit en montant dans un compartiment d'une classe supérieure à celle inscrite sur son billet, doit payer une taxe supplémentaire calculée d'après les tarifs en vigueur.

Le contrôle des voyageurs comprend donc nécessairement deux séries d'opérations bien distinctes : 1° surveillance à exercer sur les voyageurs pour s'assurer qu'ils sont munis de billets réguliers; 2° surveillance à exercer sur les agents pour s'assurer que les sommes encaissées du public sont régulièrement versées à l'Administration.

Aux termes du questionnaire, le Congrès actuel n'a pas à examiner cette seconde partie de contrôle, à laquelle ne correspondent en réalité que des opérations de

pure comptabilité; la troisième section n'a eu ainsi à s'occuper que de la surveillance à exercer sur les voyageurs.

Mode de contrôle. — Le contrôle des voyageurs peut être effectué de deux manières bien distinctes : 1° par les agents des gares; 2° par les agents des trains ou par des contrôleurs ambulants soit en marche, soit pendant le stationnement de ces trains dans les gares ou stations. Dans l'un et l'autre cas, le voyageur doit prendre à la station de départ un billet correspondant au trajet qu'il doit parcourir et à la classe de voiture adoptée.

Dans le premier système, la station de départ s'assure que le voyageur est porteur d'un billet régulier; ce billet est remis ensuite à la station d'arrivée, qui le vérifie à son tour.

Dans le second système, les agents du train doivent constater que tout voyageur qui monte dans le train est muni d'un billet et retirer ce billet un peu avant l'arrivée à destination.

Le contrôle par les gares est peut-être plus efficace, le billet remis doit réellement correspondre au parcours effectué; il faut une entente entre deux agents pour qu'un même billet puisse être utilisé plusieurs fois; par contre, ce mode de surveillance n'offre aucune garantie contre les déclassements en cours de route. D'autre part, ce contrôle par les agents des trains est plus économique surtout sur les lignes à faible trafic; mais il est nécessaire d'exercer une surveillance très sévère sur le personnel.

Dans un grand nombre d'Administrations, le contrôle est fait, en règle générale, par les stations; mais en outre, des agents spéciaux, choisis avec soin, sont chargés de contrôler les voyageurs tantôt dans un train, tantôt dans un autre, soit au départ, soit à des points différents du parcours, ce qui permet de constater un certain nombre d'irrégularités et de les réprimer.

Ce système est peut-être plus coûteux; mais il paraît plus efficace, et il est assez facile de le mettre en pratique sans le rendre vexatoire pour le voyageur.

Sanction de contrôle. — Dans plusieurs pays d'Europe, le voyageur trouvé dans une situation irrégulière doit d'abord payer une surtaxe fixée par le règlement. Il peut de plus être poursuivi judiciairement et condamné aux peines comminées par la loi lorsque l'Administration est en mesure de prouver l'intention de fraude. Sur certaines lignes, l'établissement de la surtaxe à percevoir par voie administrative a suffi pour réduire considérablement le nombre des irrégularités précédemment constatées.

Dans les autres nations, le voyageur est simplement tenu de payer la différence de taxe, à moins que l'Administration ne puisse obtenir contre lui une condamnation judiciaire; l'établissement de la surtaxe paraît être la meilleure sanction des opérations du contrôle.

— Ces conclusions sont adoptées par l'assemblée.

XVe QUESTION

TRAINS DE VOYAGEURS

Quelles sont les conditions les plus favorables d'organisation des trains de voyageurs sur les lignes de premier ordre (division rationnelle des trains en catégories ; nombre de classes de voitures à adopter dans chacune d'elles)?

XVe QUESTION

TABLE DES MATIÈRES

EXPOSÉ

PAR LE CHEVALIER P. PERUCCA

INSPECTEUR PRINCIPAL DES TARIFS DES CHEMINS DE FER DE LA MÉDITERRANÉE (ITALIE)

Le manque presque absolu de réponses à cette question — surtout de la part des Compagnies ou Administrations de chemins de fer qui auraient le plus d'intérêt à la voir résoudre, de manière à être bien fixées à l'égard d'une branche de l'exploitation aussi importante que l'organisation des trains de voyageurs — prouve incontestablement qu'il n'est pas possible de lui donner une solution précise, soit théoriquement par une exacte définition des conditions recherchées, soit pratiquement par l'énonciation de quelques conditions générales devant se rencontrer du moins dans la plupart des lignes classées de premier ordre.

En effet, il ne faut pas oublier que généralement la classification des différentes lignes dépend avant tout de l'étendue du réseau auquel elles appartiennent, du trafic à desservir, des relations qu'elles doivent assurer et de leurs conditions techniques. Il en résulte qu'une ligne qui, en raison des conditions ci-dessous, devrait être classée en premier ordre par rapport aux autres lignes de son réseau, ne pourrait tout au plus être considérée que comme de deuxième, ou même de troisième catégorie, si elle faisait partie d'un réseau ayant une plus grande étendue, un trafic et des relations plus considérables.

En outre, il n'est pas rare que ce qui constitue une condition favorable pour une ligne ne l'est pas pour une autre; de là certaine difficulté à bien préciser, et cela par

suite du mode de classification qui est adopté par chaque Compagnie, et qui est en relation avec l'importance de son propre réseau ou l'importance isolée d'une ou de plusieurs lignes.

Pour arriver à préciser les conditions dont il s'agit, il faudrait avoir ou pouvoir imaginer des lignes ayant la même longueur, parcourant des territoires ayant la même intensité de population, desservant des centres agricoles, industriels ou autres, d'importance égale et se succédant à la même distance, etc., etc.

Or, cela ne pouvant pas être, ni même être supposé, il s'ensuit que les conditions plus ou moins favorables pour l'organisation des trains de voyageurs doivent être recherchées parmi les conditions générales d'exploitation de chaque réseau, s'il en était autrement, les conditions que l'on demande de définir seraient tout autres que celles que l'exposé laisse entrevoir.

En effet, comment pourrait-on, pour faire les recherches nécessaires, mettre en regard d'une ligne du réseau de l'État belge (3,000 kilomètres), qui, ne pouvant avoir plus de 350 kilomètres, est néanmoins par son importance particulière classée en premier ordre, une ligne soit du réseau Paris-Lyon-Méditerranée (8,500 kilomètres), soit de l'un des deux grands réseaux italiens (4,500 kilomètres), pouvant mesurer de 1,200 à 1,800 kilomètres, sans être rangée dans la 1re classe?

Quant à la demande d'une division rationnelle des trains en catégories, il paraît évident que les mêmes raisons s'opposent à une réponse quelconque, surtout si elle vise toutes les lignes sans distinction.

Cette division ne peut être en ce cas que celle réclamée par les conditions générales d'exploitation, ou les conditions spéciales à chaque ligne.

En voulant indiquer une division, même théorique, vraisemblablement rationnelle, on risquerait d'avoir des trains non utilisés et d'autres insuffisants pour le trafic auquel ils devraient satisfaire.

Nous estimons toutefois que pour les grandes lignes classées de premier ordre il y aurait lieu d'appliquer la division qui suit :

1° Trains rapides de luxe pour les relations avec les villes d'eaux, pour les résidences d'hiver, etc., préférées par les gens riches;

2° Trains express (rapides ou directs) ne faisant arrêt qu'aux centres d'une certaine importance ou aux points de bifurcation; pour les relations internationales et à grande distance, ainsi que pour le service de la poste (colis postaux exclus);

3° Trains omnibus à une vitesse suffisant à assurer au moins un bon service d'aller et retour dans la même journée, pour les relations ordinaires le plus fréquentes dans un rayon à fixer, avec arrêt à toutes les gares et transport des colis postaux, les trains pourraient, comme cela se pratique déjà, être utilisés pour certains transports de messageries, de bétail, de denrées alimentaires, etc., etc.

Par rapport à cette division, les classes à adopter pourraient être les suivantes là où la distinction en trois classes existe toujours :

1° Pour les trains de luxe : wagons-salons, sleeping-cars (préférablement système américain, plus spacieux et hygiénique et permettant une meilleure utilisation du matériel) et voitures de 1re classe;

2° Pour les trains express (directs ou rapides) : wagons ou coupés-lits pour les services de nuit, voitures de 1re et 2e classe, ainsi que de 3e classe, du moins dans une partie des trains, afin d'assurer également aux voyageurs de cette classe des communications rapides et suffisantes.

L'exclusion, de la part de quelques Compagnies, des classes inférieures et surtout de la 2e classe, ne semble pas seulement contraire aux exigences d'un bon service public et aux obligations des concessionnaires, mais paraît aussi une spéculation d'autant plus blâmable aujourd'hui que la 3e classe s'impose partout et devient une nécessité. En outre, elle tend à maintenir une distinction sociale que de tous côtés on s'efforce de faire disparaître.

Il peut être question de tarif, et certainement un prix tenant compte de la plus grande vitesse est justifié.

Les Compagnies qui ont rédigé les deux notes reçues par la Commission internationale et insérées dans son *Bulletin* (1), paraissent être du même avis, soit à l'égard de la question principale, soit en ce qui concerne la division des trains et le nombre des classes à adopter. Mais il serait trop long et trop difficile de faire une distinction, même par pays, des conditions d'exploitation et du matériel adopté, afin de satisfaire à des exigences, à des nécessités et à des habitudes souvent opposées.

(1) Voir le numéro d'août, 4e fasc., p. 956 et suiv.

1re NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'EST FRANÇAIS

L'organisation des trains de voyageurs sur les lignes de premier ordre dépend, avant tout, des relations à assurer. Les besoins varient avec les lignes, leur situation géographique, les réseaux qu'elles relient, etc. Ils ne sont pas les mêmes pour une ligne importante se dirigeant sur une frontière que pour une autre allant vers l'océan; ils sont divers selon les directions suivies, même en relations internationales. Une ligne qui dessert des villes d'eaux a d'autres intérêts à satisfaire qu'une autre, d'égale importance, qui traverse seulement des localités industrielles ou des villes de commerce. Certaines lignes de premier ordre sont parcourues généralement par des voyageurs de classe supérieure et sur de grandes distances, d'autres, au contraire, ont une clientèle absolument locale, n'effectuant jamais que de petits parcours, affectionnant les voitures de 2e ou de 3e classe, soit par raisons d'économie, soit pour les facilités de leurs relations. Enfin, pendant que des lignes sont parcourues surtout par des excursionnistes de plaisir, d'autres ne voient jamais un voyageur de cette catégorie et sont fréquentées par les voyageurs de commerce ou les gens d'affaires.

Il n'est donc pas possible de déterminer des règles d'organisation fixes ni uniformes. Tout dépend de la nature du trafic à assurer et des habitudes à satisfaire ou à créer, le nombre des trains étant d'ailleurs subordonné à l'importance constatée ou probable du mouvement soit en été, soit en hiver, et leurs heures se trouvant commandées soit par les habitudes régionales ou locales, soit par les correspondances à assurer.

Toute ligne de premier ordre comporte nécessairement des trains de vitesses différentes, à arrêts plus ou moins multipliés, avec service de jour et de nuit dans les localités importantes, et les catégories de trains sont à peu près partout les mêmes, dans ces conditions :

Trains express à grande vitesse, ne desservant que les grandes gares et effectuant sans arrêt de longs parcours;

Trains directs, marchant à vitesse ordinaire, mais ne s'arrêtant pas aux petites stations;

Trains semi-directs, ayant la même vitesse que les précédents, mais n'étant directs que sur une partie de leur parcours et desservant toutes les stations du restant de la ligne;

Trains omnibus, desservant toutes les stations de leur parcours.

Suivant le trafic normal de la ligne, on multiplie, dans les dernières catégories, les trains de parcours étendu ou ceux de petit parcours. Autour des grandes villes, dans un rayon de 20 à 30 kilomètres (et autour de Paris 40, 50, 70 et même 80 kilomètres), il y a utilité à organiser des services spéciaux de banlieue, lorsque le mouvement peut justifier cette organisation; on décharge ainsi les trains de grand parcours d'une partie du mouvement local et des embarras qu'il occasionnerait.

Les trains des dernières catégories comprennent toujours des voitures de toutes classes; dans quelques trains directs trop chargés, on est parfois amené à limiter à un certain rayon l'emprise des voyageurs des dernières classes; cela n'a d'autre but que d'éviter des encombrements et des récriminations.

Les express comportaient, dans le principe, des voitures de 1re classe seulement. En France, et notamment sur le réseau de l'Est, nous avons été entraînés à étendre l'emploi d'une partie de ces trains aux voyageurs de 2e et même de 3e classe, en limitant cependant autant que possible cet emploi à des parcours de grande distance. Cette extension n'est pas sans nous occasionner parfois de sérieux embarras, et nous avons souvent regretté que nos taxes françaises ne pussent être basées en partie, comme en d'autres pays, sur la vitesse des trains empruntés.

2ᵉ NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER MÉRIDIONAUX (ITALIE)

Nous n'avons, sur le réseau adriatique, aucune ligne de la catégorie de celles qu'on appelle *de premier ordre*. Vous n'avons aucune ligne à double voie sur toute sa longueur, et le nombre des trains n'est pas assez considérable pour exiger une classification spéciale. Sur chacune de nos lignes, les trains de voyageurs sont utilisés pour le transport des marchandises, même à petite vitesse, et les trains directs sont employés aussi pour le service local.

La discussion de la question ne peut donc avoir pour notre Compagnie qu'un caractère tout à fait académique.

Les mêmes considérations sont applicables, pour ce qui nous concerne, au choix des classes.

Aujourd'hui, on est en train d'étendre l'emploi des voitures de luxe (sleeping-cars, Pullman, etc.) et d'introduire d'autre part la 3ᵉ classe dans les trains directs.

Il semble y avoir en Europe une tendance à adopter la même classification qui a été établie pour les États-Unis d'Amérique, savoir :

a) Classe de luxe, avec lits, restaurant, etc. ;

s en Angleterre, le nombre des voyageurs de grands est accru dans des proportions considérables, sans que iminution dans la progression naturelle du nombre de classe ?

C'est exact. L'augmentation a été générale, bien que certains prenaient des premières classes, eussent pris des troisièmes.

Picard. On m'a dit que les Compagnies s'applaudissaient d'avoir les trains express et fourni à bon marché des trains rapides. C'est avec ce qui se passe sur le Paris-Lyon-Méditerranée.

M. Fairbairn. Chez nous, si quatre personnes se réunissent, elles peuvent demander un compartiment spécial. Beaucoup de personnes voyageant avec des enfants, par exemple, prennent, de préférence à quatre places de première classe, un compartiment tout entier de troisième classe, lequel est bien rembourré et où l'on peut se coucher.

M. Barabant (*France*). Existe-t-il une surtaxe en Angleterre pour les trains express ?

M. Fairbairn. Cela se fait en France, mais rarement chez nous.

M. Barabant. Nous ne le faisons pas.

M. Bachelet (*Italie*). Sur les réseaux italiens, nous sommes obligés d'avoir, dans tous les express, des secondes classes. Le 20 de ce mois, nous avons commencé une expérience en ajoutant des troisièmes aux trains express. Nous avons admis le principe. Nos cahiers des charges nous obligent à avoir des secondes classes. Dans nos trains directs, on paye une surtaxe de 10 p. c. sur le prix des billets ordinaires des trains omnibus.

M. Matrot (*France*). Y a-t-il, en Angleterre, un minimum de parcours déterminé pour l'admission en troisième classe dans les express ?

M. Fairbairn. Non.

M. Matrot. En France, dans les express qui comportent des secondes et des troisièmes classes, on est obligé d'exiger un minimum de parcours. Si on admettait tout le monde, les express seraient trop chargés : ils ne pourraient plus marcher assez vite et ne seraient plus des express.

pourront peut-être nous donner des renseignements très précieux sur ce qui se pratique en Angleterre pour les trains express. J'ai un souvenir très exact de la façon dont la question a été posée en Angleterre, il y a quelques années. J'ai des relations personnelles avec des membres du London and North Western et du Midland. Il y a quelques années, le London and North Western disait : « Il ne faut pas faire d'express des trois classes », et le Midland était d'un avis tout opposé. L'un de mes amis du North Western m'a dit qu'il se rangeait à l'opinion du Midland et s'en trouvait bien. Au Paris-Lyon-Méditerranée, nous avons fait des express des trois classes qui ont réussi admirablement. Ils ont pris un développement considérable et ont amené des déclassements de troisième classe très appréciables. Nous en avons un dans chaque sens de Paris à Marseille et de Paris à Cette. Celui de Paris à Marseille devient même insuffisant. L'été prochain, nous serons obligés de faire deux trains express des trois classes dans chaque sens entre Paris et Marseille. Il serait très intéressant de savoir ce qui s'est passé à ce sujet en Angleterre.

M. Fairbairn (*Grande-Bretagne*). Dans le principe, le Midland n'a eu que deux classes, la première et la troisième. On avait supprimé la deuxième. C'est la tendance assez générale chez nous. Dans ma Compagnie, nous avons supprimé autant que possible la seconde classe. D'ailleurs, il y a tellement de concurrence dans notre pays que les troisièmes classes sont aussi bonnes que nos secondes et meilleures que nos premières d'il y a vingt ans. J'ai remarqué qu'en France on inclinait assez à n'avoir dans les express que des voitures de première classe seulement. Chez nous, cette pratique n'existe presque pas, et toutes les classes sont généralement représentées dans les trains express. On est arrivé à constater, en Angleterre, que 92 p. c. des voyageurs sont de troisième classe. Très peu vont en seconde classe.

M. René Picard. Il est mauvais, ce me semble, d'avoir des voitures de seconde et de troisième classe quand ces dernières sont aussi bonnes que l'étaient les premières il y a vingt ans.

M. Fairbairn. C'est seulement sur le Midland que les secondes ont été supprimées entièrement. Maintenant, on a commencé à les supprimer ailleurs. Près de Londres, et là où existent des trajets courts, il y a encore des personnes qui aiment à prendre des secondes; mais, dans quelques années, je crois qu'on les supprimera.

M. René Picard. Est-il vrai que, depuis sept ou huit ans qu'on a adjoint les

troisièmes classes aux express en Angleterre, le nombre des voyageurs de grands parcours de cette classe s'est accru dans des proportions considérables, sans que cela ait amené aucune diminution dans la progression naturelle du nombre de voyageurs de première classe ?

M. Fairbairn. C'est exact. L'augmentation a été générale, bien que certains voyageurs, qui prenaient des premières classes, eussent pris des troisièmes.

M. René Picard. On m'a dit que les Compagnies s'applaudissaient d'avoir démocratisé les trains express et fourni à bon marché des trains rapides. C'est d'accord avec ce qui se passe sur le Paris-Lyon-Méditerranée.

M. Fairbairn. Chez nous, si quatre personnes se réunissent, elles peuvent demander un compartiment spécial. Beaucoup de personnes voyageant avec des enfants, par exemple, prennent, de préférence à quatre places de première classe, un compartiment tout entier de troisième classe, lequel est bien rembourré et où l'on peut se coucher.

M. Barabant (*France*). Existe-t-il une surtaxe en Angleterre pour les trains express ?

M. Fairbairn. Cela se fait en France, mais rarement chez nous.

M. Barabant. Nous ne le faisons pas.

M. Bachelet (*Italie*). Sur les réseaux italiens, nous sommes obligés d'avoir, dans tous les express, des secondes classes. Le 20 de ce mois, nous avons commencé une expérience en ajoutant des troisièmes aux trains express. Nous avons admis le principe. Nos cahiers des charges nous obligent à avoir des secondes classes. Dans nos trains directs, on paye une surtaxe de 10 p. c. sur le prix des billets ordinaires des trains omnibus.

M. Matrot (*France*). Y a-t-il, en Angleterre, un minimum de parcours déterminé pour l'admission en troisième classe dans les express ?

M. Fairbairn. Non.

M. Matrot. En France, dans les express qui comportent des secondes et des troisièmes classes, on est obligé d'exiger un minimum de parcours. Si on admettait tout le monde, les express seraient trop chargés : ils ne pourraient plus marcher assez vite et ne seraient plus des express.

M. René Picard. Chez nous, le minimum est de 200 kilomètres.

M. Fairbairn. Nos trains parcourent de grands espaces sans s'arrêter, ce qui constitue un minimum implicite. Mais on n'exige pas de minimum. Pour aller de Londres à York, par exemple, l'express parcourt 160 kilomètres sans s'arrêter.

M. Bachelet. Pour l'expérience que nous avons commencée le 20 de ce mois, nous avons admis le principe que, dans certains trains express avec voitures de troisième classe, on ne pourrait prendre des billets de troisième classe que pour telle destination plus éloignée que la station d'arrêt et au delà.

M. Fairbairn. Au Great Northern Railway, la limitation du nombre de kilomètres ne s'applique qu'aux secondes classes.

M. Cazavan (*France*). La Compagnie d'Orléans a admis les trois classes dans certains trains express. Elle avait bien pensé qu'il en résulterait un déclassement; et, en effet, il s'est produit d'une façon très notable, de sorte que les résultats pécuniaires ont été désavantageux. La Compagnie s'attendait à cette fâcheuse conséquence; aussi cela n'a pas modifié ses dispositions. Elle a constaté, d'ailleurs, qu'il ne serait pas possible d'appliquer la mesure dans toutes les directions à cause des excès de chargement qui en résulteraient, et qui nuiraient à la marche régulière des trains. M. Picard nous a dit que l'adjonction de troisièmes aux trains express avait produit, sur le Paris-Lyon-Méditerranée, un grand développement du trafic. Il n'en aurait pas été ainsi sur le réseau de la Compagnie d'Orléans, et la régularité de la marche de certains trains express eût été compromise, si la mesure avait été étendue à tous les trains qui circulent sur ce réseau.

M. René Picard. Nous ne l'avons pas appliquée à tous nos express. Il y en a qui marchent à de grandes vitesses et qui constituent des trains de luxe. Il n'existe pas de surtaxe, en France, pour ces trains, à moins qu'on ne fournisse un matériel de luxe en même temps. Nous n'avons pas l'intention d'ajouter des troisièmes à ces trains. Les Anglais ont un service très remarquable; il s'agit de savoir si l'expérience de leurs ingénieurs tend à démontrer que les Compagnies ont avantage à donner de la vitesse aux voyageurs qui payent le moins. C'est ce qui semble résulter des renseignements que j'ai recueillis en Angleterre, et des observations que vient de présenter M. Fairbairn. On développe les voyages par l'adjonction des troisièmes classes aux express, surtout quand on relie de très

grands centres de population. C'est notre cas. On permet aux voyageurs, ne payant pas cher, de faire leurs affaires très vite, et ils entreprennent des voyages qu'ils n'auraient point effectués si on ne leur avait pas donné la vitesse en même temps que le bon marché. Je crois qu'il est bon d'appeler l'attention des Compagnies de chemins de fer sur l'utilité qu'il y a, dans l'intérêt même des recettes des chemins de fer, de donner de la vitesse aux voyageurs payant le moins.

M. le Président. Dans certains cas.

M. René Picard. Parfaitement.

M. Philippe (*Belgique*). Il ne semble pas qu'en Belgique on soit de l'avis de M. René Picard.

M. René Picard. J'ai parlé pour des parcours d'au moins 600 kilomètres. La question ne se pose pas en Belgique, le pays est trop petit.

M. Philippe. On met des voitures de toutes les classes à la plupart des express en Belgique, mais on fait payer une surtaxe. Seulement, comme les parcours ne sont pas très étendus, il ne s'agit pas là de gagner du temps comme en France. Pour éviter la surcharge des trains, tout en admettant les trois classes, on impose une surtaxe de 25 p. c. Vous voyez que, tout en se trouvant dans des conditions plus favorables que les grandes lignes françaises, on a redouté également la surcharge des express.

M. René Picard. Il faut travailler sur un terrain fertile. Si nous créions des troisièmes classes d'express dans le Sahara, il est évident que le but serait manqué; mais, entre de très grands centres de population, je crois qu'il est vraiment utile, profitable aux Compagnies, de donner de la vitesse aux voyageurs qui payent peu. Je regrette que nous n'ayons pas de chiffres à fournir à l'appui de cette appréciation. Voilà encore une question fort intéressante à étudier pour la prochaine session du Congrès. C'est bien plus intéressant que de savoir comment il faut classer les trains de voyageurs. Permettez-moi, à cette occasion, de faire appel au concours de nos voisins d'Angleterre. Ils ont tant de choses à nous apprendre, que nous avons un vrai chagrin de voir qu'ils n'ont pas pris la parole plus souvent chez nous.

M. Bachelet. Il y aura d'autant plus d'intérêt à reprendre cette question que, d'ici là, des expériences auront été faites dans plusieurs Compagnies et on pourra nous montrer des résultats.

M. Fairbairn. Non seulement nous avons des voitures des trois classes, ma[illegible] les voyageurs exigent que chaque personne qui va dans une ville par une bif[illegible] cation ait une voiture qui se rende directement à destination. S'il y a cinq vil[illegible] desservir, il faut les trois classes dans les cinq voitures en destination de c[illegible] villes. Vous voyez la difficulté que nous avons pour former ces trains avec aut[illegible] de séries de wagons. Si on supprimait la deuxième classe, la chose devrait [illegible] plus facile.

M. Matrot. J'appelle l'attention de l'assemblée sur un côté de la question. Il [illegible] s'agit pas seulement de l'admission des voyageurs de deuxième et de troisi[illegible] classe dans les express déjà existants; il importe d'examiner aussi la créat[illegible] d'express faite spécialement pour les voyageurs de deuxième et de troisième clas[illegible]. Cela se présente non seulement pour les grandes lignes, mais aussi pour [illegible] lignes qui, après avoir été secondaires, prennent une importance suffisante po[illegible] être desservies par des express, ne fût-ce que pendant l'été. C'est ce qui est arri[illegible] sur le réseau de l'État. Depuis six ans, par exemple, la ligne de Nantes à B[illegible] deaux a pris assez d'importance pour que nous ayons été amenés à créer, [illegible] concert avec la Compagnie d'Orléans, entre Nantes et Bordeaux, un express p[illegible] jour dans chaque sens. Au commencement, ces express étaient peu suivis, b[illegible] qu'on y admit les voyageurs des trois classes. Aujourd'hui, ils sont devenus ins[illegible] fisants et depuis dix-huit mois on réclame des express de nuit. Nous venons d' [illegible] établir dans notre service d'été. Nous serons certainement amenés à les mainten[illegible] l'hiver, de sorte qu'ils se trouveront définitivement établis. Ainsi, voilà une lig[illegible] transversale qui progresse et va demander deux express dans chaque sens. Il [illegible] évident que la population de ces express ne provient pas de voyageurs qu[illegible] se déclassent; elle correspond à un développement dans le mouvement des voyageurs.

M. René Picard. C'est ce qui s'est passé sur notre ligne du Bourbonnais. Nous n'avions pas d'express, nous en avons formé et le nombre de voyageurs de troisième classe a doublé en quelques années.

M. Rycerski (*Russie*). Je puis fournir quelques renseignements sur ce qui se passe dans ma Compagnie. De Varsovie, nous avons un train courrier — ce qui correspond au train express français — qui va jusqu'à la frontière allemande et circule avec une très grande vitesse pour établir des communications directes avec Berlin, Cologne et Paris. Il fait plus de 60 kilomètres à l'heure et ne com-

prend que deux classes, la première et la seconde. Il circule également au retour. Qu'il aille dans un sens ou dans l'autre, ce train est presque toujours très occupé. En outre, il y a un train de voyageurs qui circule moins rapidement entre ces localités et qui comprend trois classes. Les prix du courrier sont plus élevés que les prix du train ordinaire. Il y a, dans ces trains, des wagons qui sont en correspondance avec Berlin. Nous avons eu également sur cette ligne des wagons-lits de la Compagnie internationale, mais il n'en existe plus.

De Varsovie à Vienne, en communication directe, nous avons aussi un train express. Il ne comprend que deux classes, la première et la seconde. La vitesse est beaucoup moins accélérée que celle du train qui est en communication avec Berlin; elle est à peu près en moyenne de 45 kilomètres à l'heure. Il existe aussi une surtaxe pour ce train comparativement au prix des trains ordinaires.

Nous avons aussi un autre train qui marche avec une vitesse un peu moindre que le premier train de voyageurs ordinaire et qui comprend les trois classes. Dans le train de vitesse, il y a des wagons-lits de la Compagnie internationale qui vont directement à Vienne. On n'a pas besoin de changer en route. Dans les trains de trois classes, nous avons constaté précisément ce qui se passe en Angleterre, c'est-à-dire que les voyageurs qui allaient en seconde classe, il y a trois ou quatre ans, prennent des troisièmes. Cette classe est très occupée, surtout pendant l'été. On voyage également beaucoup plus en seconde qu'en première.

Je n'avais pas l'intention de prendre part à la discussion, mais je l'ai fait pour répondre au désir de M. Picard, qui demandait à savoir ce qui se passe dans les pays étrangers.

M. René Picard. Puisque la question sera portée à l'ordre du jour de la prochaine session du Congrès, on pourra nous fournir alors des chiffres très intéressants.

M. le Président. Nous sommes souvent obligés chez nous d'avoir quatre classes.

Nous pourrions clore la discussion sur ce sujet, qui nous offrira à la prochaine session l'occasion d'étudier plus complètement l'admission des passagers payant moins dans les trains express et aussi la question spéciale du déclassement des voyageurs. Nous vous présenterons le résumé de la discussion avant de le soumettre à l'assemblée plénière.

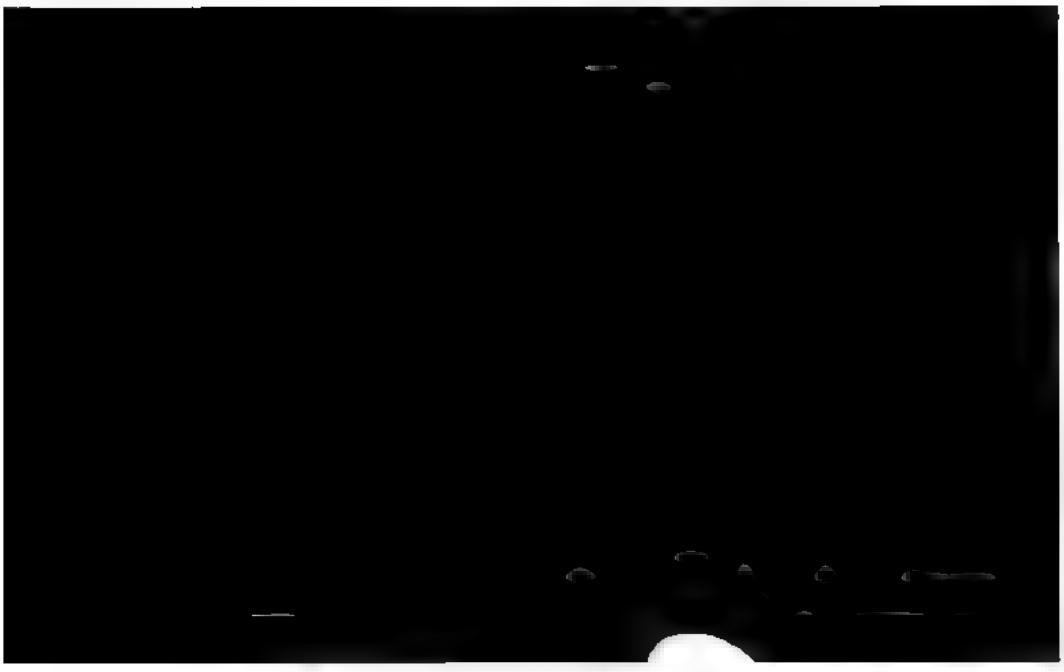
Séance du 24 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. DARAGANE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. A. JACQMIN

M. A. Jacqmin donne lecture du projet de conclusions qu'il a rédigé.

— Ce projet ne donne lieu à aucune observation. Il sera lu en séance plénière.



DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE

Séance du 24 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. LE COMM. BRIOSCHI

M. le Président. La parole est à M. Jacqmin, secrétaire principal de la 3e section, chargé de faire rapport sur la question XV.

M. A. Jacqmin. L'exposé de la question des trains de voyageurs a été fait par M. le chev. B. Perucca, inspecteur principal des tarifs des chemins de fer de la Méditerranée (Italie).

Les trains mis en marche sur les lignes de premier ordre comprennent généralement :

1° Les trains rapides destinés à assurer les relations entre les villes situées à de très grandes distances les unes des autres (Paris à Marseille, Londres à Édimbourg) ainsi que les relations internationales (Paris à Vienne, Paris à Rome);

2° Les trains express qui mettent en communication toutes les grandes villes d'une même ligne et assurent le service de la poste;

3° Les trains directs qui mettent également en relations les villes principales pour le transport des voyageurs de toutes classes; ces trains font aussi le transport des expéditions de messageries pour les longs parcours;

4° Les trains omnibus qui desservent toutes les stations:

5° Les trains mixtes, contenant à la fois des marchandises et des voyageurs et qui complètent parfois le service des trains omnibus sur une section peu importante;

6° Enfin, sur quelques grandes lignes, certaines Administrations commencent à faire circuler des trains légers ou trains tramways à personnel restreint en vue de compléter l'organisation du service de banlieue autour des centres de population secondaires.

Le nombre des trains des différentes catégories à mettre en marche chaque jour varie suivant les réseaux, suivant les diverses lignes d'un même réseau et même avec les différentes sections d'une ligne déterminée d'après l'importance de la population et la nature des relations à desservir. Il n'est pas possible de tracer aucune règle à ce sujet.

La troisième section s'est occupée plus spécialement de la composition à donner aux trains express.

Depuis quelques années, les Anglais ont admis les voyageurs de toutes classes dans les trains express et il en est résulté pour les Compagnies un accroissement de recettes; il semble y avoir en ce moment en Angleterre une certaine tendance à supprimer les voitures de deuxième classe, la première et la troisième paraissant suffisantes pour satisfaire aux besoins du public. Cette combinaison présente l'avantage de réduire la charge de plusieurs trains qui sont composés de voitures pour différentes directions et doivent laisser nécessairement une partie de leurs véhicules aux gares de bifurcation traversées; il suffit, en effet, de deux voitures par direction au lieu de trois.

En France, la Compagnie des chemins de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, qui ne pouvait songer à ajouter de nouvelles voitures à ses trains express déjà fortement chargés, a créé de nouveaux trains pour assurer le transport rapide à grande distance des voyageurs de toutes classes et elle a obtenu ainsi un développement de trafic assez important. Un résultat identique a été constaté sur les lignes de l'État en France.

Par contre, la Compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans a vu ses recettes diminuer à la suite de l'admission des voyageurs de deuxième et de troisième classe dans les trains express.

La question du transport rapide des voyageurs de toutes classes ne peut donc encore être tranchée d'une manière définitive; la troisième section pense qu'il sera intéressant de provoquer l'envoi de nouveaux renseignements à ce sujet pour la prochaine session du Congrès.

— Ces conclusions sont ratifiées par l'assemblée.

ANNEXE

Lettre sur un point des conclusions par M. J. Grierson, directeur général du Great Western Railway.

(*Traduction.*)

A Monsieur le Secrétaire général de la deuxième session du Congrès.

Dans les notes qui m'ont été envoyées de Milan par mon secrétaire, à qui vous avez été assez bon de permettre de voir lundi les rapports des sections sur les questions XV, XXIV et XXVIII, je trouve le paragraphe suivant relatif à la question XV :

« Depuis quelques années, en Angleterre, on a admis les voyageurs de toutes classes dans les « trains express et il en résulte pour les Compagnies un accroissement de recettes. »

Puis-je vous demander d'être assez bon de me dire si la note a été bien correctement copiée et, dans l'affirmative, si vous avez connaissance des informations sur lesquelles est basée l'assertion dont il s'agit?

Je n'avais pas compris que la question touchait au transport par trains express des voyageurs de première, deuxième et troisième classe, sinon j'aurais certainement fourni à la section des renseignements qui eussent montré l'imprudence de faire un pareil rapport.

Ceci n'est pas un point des plus essentiels, mais il y a des trains express en Angleterre qui ne transportent que les voyageurs de première et de deuxième classe : par exemple le *Great Western*, dont l'étendue des lignes est de 2,456 milles anglais, a établi deux trains express de cette espèce par jour, dans les deux sens, entre Londres et Penzance (327 milles anglais).

L'assertion que le transport des voyageurs de troisième classe par tous les trains a augmenté les recettes est importante, et je suis entièrement en désaccord sur ce point, dont je me suis occupé spécialement. Je pense que le résultat a été tout à fait contraire.

Votre tout dévoué,
J. Grierson,

Londres, le 30 septembre 1887.

XVIe QUESTION

MOUVEMENT DES MARCHANDISES

A. *Quelles sont les conditions les plus favorables d'organisation du mouvement des marchandises en charges complètes?*

B. *Quelles sont les mesures les plus propres à diminuer les frais que comporte le transport des charges incomplètes?*

XVIe QUESTION

TABLE DES MATIÈRES

EXPOSÉ

PAR P. NIELS

INSPECTEUR A LA DIRECTION DE L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE

(PLANCHE XXV)

LITTÉRA A.

ORGANISATION DU MOUVEMENT DES MARCHANDISES EN CHARGES COMPLÈTES.

La première chose à faire pour organiser le mouvement des marchandises, c'est de se rendre un compte exact des divers transports à effectuer aux différentes époques de l'année ainsi que du nombre, de l'importance, des points d'origine et de destination des expéditions.

Ces renseignements permettent de créer d'abord des trains directs entre les principaux lieux de production et de consommation, d'établir ensuite des trains semi-directs, — c'est-à-dire directs sur une partie de leur parcours et omnibus sur une autre partie, — des trains omnibus spécialement chargés d'assurer le service des petites stations, et enfin des trains locaux. L'office de ces derniers consiste spécialement à enlever les wagons sur certaines lignes et à les conduire aux gares de triage, ou bien à conduire dans les gares à trafic important les wagons amenés aux gares de triage par les trains qui y passent ou qui viennent y mourir.

Les trains directs ou à long parcours, dont le rôle consiste à assurer les relations entre les grands centres et à desservir les bureaux frontières importants, exercent une influence considérable sur la régularité de l'ensemble du service de la circulation.

Ils doivent être établis de façon à dégager le plus possible les lignes les p chargées, et à faire effectuer de longs trajets, dans un laps de temps relativem court, aux wagons destinés à des points très éloignés de la gare expéditrice.

Tout en accélérant les transports, on obtient ainsi une excellente utilisation du matériel.

Les stations desservies par des trains directs ne doivent pas diriger sur une station de bifurcation par des trains semi-directs, omnibus ou locaux, des wagons pouvant être conduits à destination par des trains directs.

Afin d'éviter aux trains directs des modifications fréquentes en cours de route, leur composition doit comprendre, en premier lieu, les wagons pour les destinations les plus éloignées.

Les expéditions à grande distance pour des localités peu importantes doivent être réservées pour les trains semi-directs.

Les trains omnibus amènent dans les petites stations le matériel vide et les wagons chargés qui leur sont destinés, et qui ont été enlevés, soit dans les gares de formation ou de triage, soit dans les gares de bifurcation, soit dans les stations peu importantes de chargement. Ils enlèvent, dans ces stations et aux points intermédiaires, tous les wagons en partance, et les déposent, soit à destination, soit aux points de coïncidence, où ils sont repris, suivant le cas, par les trains directs ou semi-directs.

Les trains semi-directs assurent aussi le travail de détail sur leur parcours.

Quant aux trains locaux, ils doivent être affectés au transport des marchandises destinées à des lignes industrielles ou à des établissements raccordés au chemin de fer dans les gares, ou en pleine voie. Ils servent de trait d'union entre des gares de chargement très importantes et la gare de formation, où les wagons sont manœuvrés et classés dans les trains en passage qui ne pénètrent pas dans la gare de chargement.

Ils peuvent également, dans certains cas, desservir une ligne secondaire raccordée à une gare importante, qui — soit au moyen de sa locomotive de manœuvres, soit en utilisant pendant son stationnement la locomotive d'un train en passage — fait conduire à destination les quelques wagons déposés pour les stations de la ligne secondaire.

L'organisation du mouvement comporte un programme qui peut se résumer comme suit :

1° Consacrer la nuit aux voyages, le jour aux opérations de chargement et de déchargement ;

2° Laisser s'écouler le moins de temps possible entre le chargement ou le déchargement des wagons et le départ des trains qui doivent les enlever;

3° Activer l'arrivée à destination des wagons, et faire en sorte que les marchandises transportées pendant la nuit parviennent, au plus tard, le matin à la première heure;

4° Lorsqu'une gare forme plusieurs trains pour une même direction pendant la nuit, en faire partir un dans l'avant-soirée pour dégager la gare; échelonner les autres de façon que celle-ci n'ait jamais deux trains à former à la fois et que le dernier partant arrive toujours à destination le matin à la première heure au plus tard;

5° Faire en sorte que les wagons chargés ou déchargés dans les stations intermédiaires soient enlevés le même jour, et que ceux en destination de ces localités y soient amenés le matin à la première heure;

6° Sur les lignes où l'importance du trafic justifie cette mesure, faire desservir toutes les stations intermédiaires par un train dans chaque sens le matin et par un train dans chaque sens le soir.

La bonne utilisation du matériel exige, sauf de rares exceptions, que les trains omnibus du matin passent le plus tôt possible et ceux du soir le plus tard possible dans les stations intermédiaires;

7° Éviter les dépassements, surtout dans les gares peu importantes.

En règle générale, un dépassement est une mesure peu recommandable, parce qu'il est une cause de travail, de perte de temps, de danger et de dépenses de diverse nature;

8° Éviter de faire manœuvrer deux trains en même temps dans une gare intermédiaire;

7° Échelonner les trains sur les lignes de façon à éviter à certains moments des accumulations toujours nuisibles à l'ensemble de la marche des trains.

La *Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée* a organisé son service du mouvement comme suit :

Les gares ordinaires sont desservies par des trains omnibus, qui conduisent les wagons aux gares de formation.

Les gares de formation effectuent le triage de ces wagons et les répartissent :

1° S'il est possible, dans des *trains directs* pour la destination définitive des expéditions;

2° Si le mode précédent ne peut être employé, dans des *trains directs spécialisés* en *lots* de wagons, en destination provisoire de la gare de formation ou de bifurcation la plus rapprochée de la destination définitive des wagons et antérieure à cette destination;

3° Enfin, dans les *trains omnibus*, si aucun des deux modes précédents ne peut être employé.

D'après ces vues, on a dressé des tableaux indiquant les noms des gares chargées de la création des lots, les destinations des lots définitifs ou à remanier, les numéros de ces lots, enfin les numéros des trains par lesquels ils doivent être expédiés. Sur chaque wagon est reproduit le numéro du lot auquel il appartient.

D'ordinaire, une ou deux gares seulement concourent à la création d'un même lot; pour certains lots, cependant, les provenances sont multiples.

En résumé, ce train omnibus, qui s'arrête partout, réunit les wagons — les *unités* — et les conduit à la première gare de classement; là, on groupe les unités et on les rend solidaires, en en formant des noyaux plus ou moins importants, qu'on appelle des *lots*.

Ces lots sont expédiés sur leurs destinations par les trains de marchandises les plus rapides et l'on s'efforce de composer ces trains avec le plus petit nombre possible de lots, un seul s'il est permis; les gares de formation, qui reçoivent de plusieurs directions des wagons appartenant à un même lot, les fusionnent pour en former des trains plus homogènes.

En un mot, dès qu'un wagon est mis en route, on cherche à le faire entrer le plus tôt possible dans un groupe important, de manière qu'il effectue son principal parcours par les voies accélérées.

On évite ainsi les remaniements que l'on infligeait autrefois à chaque train en cours de trajet.

Les opérations de triage sont concentrées sur quelques gares outillées spécialement.

Un choix judicieux de l'emplacement des gares de triage ou de formation, en tenant compte des dispositions du réseau — dont les bifurcations plus ou moins nombreuses exigent des remaniements de trains — un outillage de ces gares en rapport avec l'intensité du trafic et le nombre de wagons à manœuvrer, sont de nature à exercer une grande influence sur le service du mouvement et sur les dépenses afférentes au transport des marchandises.

L'organisation du mouvement comprend aussi la circulation du matériel.

La *Compagnie des chemins de fer de la Méditerranée* (Italie) a pour principe d'abréger autant que possible le temps de parcours.

Dans ce but, elle assigne à ses trains la plus grande vitesse possible sans nuire cependant à la régularité de leur marche et à la bonne utilisation de la puissance des locomotives; elle établit, en outre, de promptes correspondances aux gares de coïncidence.

Les trains sont divisés en trois catégories :

1° Les trains directs;
2° Les trains omnibus;
3° Les trains collecteurs.

1° *Trains directs.* — Les trains de marchandises directs sont destinés au transport des wagons chargés ou vides, dont le parcours est d'environ 150 kilomètres ou qui sont en destination des stations têtes de ligne.

Toutefois, à défaut de wagons de l'espèce en nombre suffisant, la charge est complétée au moyen :

a) De wagons complets ou normaux et de wagons supplémentaires complets à destination de localités distantes d'au moins 20 kilomètres;

b) De wagons complets pour des stations où le train direct ne fait pas arrêt. Dans ce dernier cas, les wagons sont déposés à la station d'arrêt la plus proche de la station de destination, les trains directs ne pouvant faire d'autres arrêts que ceux qui sont prévus, à l'exception des arrêts nécessités par les changements de croisement;

c) De wagons vides, étant entendu que la préférence doit être donnée à ceux qui peuvent être expédiés directement.

Les trains directs font arrêt dans les stations de bifurcation et dans les stations principales de la ligne, qu'ils parcourent uniquement pour prendre et laisser des wagons.

2° *Trains omnibus.* — Les trains de marchandises omnibus sont spécialement affectés au transport des wagons complets ou normaux et supplémentaires complets à destination de localités distantes de moins de 150 kilomètres, ou qui doivent continuer sur des lignes situées au delà de la ligne qu'ils parcourent ou sur des embranchements de cette ligne; ils font, dans toutes les stations ouvertes au service de la petite vitesse, un arrêt suffisant pour prendre et laisser des wagons.

3° *Trains collecteurs et distributeurs.* — Les trains collecteurs et distribu-

teurs transportent plus spécialement les wagons à charge incomplète (normaux, supplémentaires aux normaux, ou de transbordement) destinés à recevoir ou à déposer des marchandises.

Ils enlèvent aussi les wagons complets ou normaux, les wagons supplémentaires aux complets et les wagons vides, qui n'ont pu être expédiés par les trains de marchandises directs ou omnibus.

Littéra *B*.

TRANSPORT DES CHARGES INCOMPLÈTES.

Toutes les opérations relatives à l'acceptation, au chargement, au transbordement en cours de route, au déchargement et à la livraison des marchandises en charges incomplètes, influent considérablement sur les frais qu'occasionne le transport des expéditions de l'espèce.

Il faut donc, en premier lieu, réduire le plus possible toutes les formalités nécessitées par la reconnaissance des colis, le pesage, l'étiquetage, l'enregistrement au moment de la présentation au transport; simplifier les écritures relatives à l'application et à la vérification de la taxe, à l'inscription de la feuille de route dans les registres et dans les calepins de décharge au départ et à l'arrivée.

En second lieu, il importe de régler dans ses moindres détails, et de la manière la plus rationnelle, le classement, le chargement, le calage, l'expédition, le transbordement, le déchargement et l'emmagasinage des marchandises, en vue de main-

possible; à leur occasionner en cours de route les manutentions les plus simples et les moins nombreuses, quand on ne peut les éviter complètement.

Le système qui a prévalu au chemin de fer de l'État belge pour l'organisation du mouvement des marchandises de détail et en charges incomplètes, repose sur le double principe de la rapidité du transport et de la réduction dans la mesure la plus large des formalités à l'acceptation, des opérations de manutention et des écritures pendant le trajet et à destination.

Ce système se justifie par les considérations suivantes :

La rapidité du transport est un des plus sûrs et des plus puissants moyens de développement du trafic et de concurrence aux autres exploitations de chemins de fer, de roulage ou de voies fluviales.

Pour obtenir la rapidité du transport, il faut réduire le nombre et la durée des arrêts.

Plus la rapidité du transport est grande, moins la responsabilité du transporteur est longue.

Les chances d'erreurs et d'irrégularités (avaries, vols, dévoyés, retards, etc.) augmentent à mesure que se multiplient, et le nombre des opérations de route, et le nombre des agents qui coopèrent au transport.

Les marchandises de détail et les charges incomplètes sont généralement acceptées dans l'après-dînée et même dans la soirée. C'est donc exceptionnellement qu'elles peuvent arriver à destination le jour même de leur présentation.

Afin d'assurer la livraison dès le lendemain matin, ce qui est fort à désirer, il est naturellement recommandable de les transporter pendant la nuit.

D'autre part, si l'on considère que, dans un but économique, il convient d'utiliser les hangars à la fois pour les marchandises à l'arrivée et pour celles au départ,

belge et renseigne, outre le tonnage et le produit moyen d'une tonne, le parcours moyen d'une tonne et enfin le produit moyen par tonne et par kilomètre.

TONNAGE ET PRODUIT DES MARCHANDISES, EN CHARGES INCOMPLÈTES, PENDANT L'ANNÉE 1886.					
Tonnage.	Produit.	Tonnes transportées à un kilomètre.	Produit moyen d'une tonne.	Parcours moyen d'une tonne.	Tarif moyen perçu par tonne et par kilomètre.
9,610	74,352 45	689,165	7.73	71 kilomètres.	0.02424

il faut admettre d'une manière générale qu'il convient de consacrer la matinée au déchargement et à la livraison des marchandises à l'arrivée, l'après-dînée à l'acceptation des expéditions au départ, et la nuit aux voyages.

Enfin, si l'on tient compte de ce que, dans les grandes gares, le chargement des derniers wagons au départ ne peut être terminé que vers le milieu de la nuit, on reconnaîtra que, pour en opérer le déchargement à destination à la première heure du jour, il importe non seulement de transporter la nuit, mais encore de transporter rapidement.

Au chemin de fer de l'État belge, trois catégories de wagons sont employées pour le transport des marchandises de détail et en charges incomplètes.

Il y a la catégorie des wagons de messageries, celle des wagons complets réputés tels, enfin celle des wagons de transbordement.

Toute station, dont les envois à destination d'une autre station comportent journellement un poids minimum de 1,200 kilogrammes, forme un wagon de messageries, dont le transport s'effectue toujours par le même train.

Ce wagon est plombé par la station de départ et circule plombé jusqu'à destination.

Les feuilles de route de toutes les expéditions qu'il contient sont accompagnées d'un bordereau et insérées dans un pli cacheté expédié en même temps que le wagon au moyen d'une feuille de route en service.

Cette manière de procéder limite la tâche du personnel du train à l'inscription d'un seul document et à la surveillance du bon état des plombs.

Les wagons complets ou réputés tels diffèrent des wagons messageries en ce qu'ils ne circulent pas journellement entre deux points déterminés. Leur formation est plutôt accidentelle; elle s'impose cependant chaque fois qu'une station peut réunir 1,200 kilogrammes de marchandises pour une autre station.

Les marchandises qui ne peuvent bénéficier de ces régimes sont transportées dans des wagons non plombés dits *de transbordement*.

Trois catégories de trains sont affectées au transport des marchandises de détail et en charges incomplètes :

1° Les trains de messageries à grande vitesse;
2° — de marchandises ordinaires à petite vitesse;
3° — de transbordement.

1° *Trains de messageries à grande vitesse.* — Partout où l'importance du trafic justifie la mesure, il est créé des trains de messageries à grande vitesse.

Ces trains circulent toujours la nuit; ils ont le pas sur les trains de marchandises ordinaires et marchent avec la régularité des trains publics.

Ils transportent les wagons de messageries proprement dits, les wagons complets et les wagons de transbordement formés par les stations principales des grandes lignes en destination des lignes secondaires aboutissantes, les wagons de transbordement formés par les lignes secondaires en destination des stations principales des grandes lignes, et enfin les wagons de transbordement formés par des lignes secondaires en destination d'autres lignes secondaires en transit par les lignes principales.

Il faut avoir recours à des trains de messageries, parce que, pour des relations à longue distance, les trains de marchandises ordinaires ont une marche trop lente et insuffisamment régulière pour assurer les transports dans les conditions de célérité désirables.

D'un autre côté, les wagons en destination des lignes secondaires ne peuvent parvenir aux points de coïncidence pour les premiers départs du matin et ceux pour les grandes villes ne peuvent arriver assez tôt pour le déchargement et la livraison des marchandises au service du camionnage, si l'on n'utilise pas des trains de messageries à grande vitesse. La régularité de leur marche facilite, en outre, le travail des stations.

2° *Trains de marchandises ordinaires à petite vitesse.* — Les trains de marchandises ordinaires à petite vitesse ne sont utilisés que sur les lignes secondaires et pour autant que les trains de transbordement n'offrent pas un transport plus rapide.

3° *Trains de transbordement.* — Comme il est dit plus haut, les trains de transbordement reçoivent toutes les marchandises dont le transport ne peu s'effectuer par wagons messageries ou par wagons réputés complets.

Les lignes importantes possèdent, outre un train de messageries, un train de transbordement de nuit et un de jour.

Les trains de transbordement de nuit desservent les stations importantes où le service fonctionne sans interruption. Ceux de jour desservent les petites stations, où le service est limité aux heures de jour.

La composition des trains de transbordement est déterminée par le livret de l'affectation des trains.

Chaque train compte toujours un même nombre minimum de wagons; chaque wagon a son affectation spéciale et occupe toujours la même place dans le train.

Les stations de départ répartissent leurs colis dans les wagons qu'elles ajoutent elles-mêmes au train, tandis que les stations intermédiaires y chargent les leurs au passage, sur les indications, la surveillance et la responsabilité du personnel du train.

Le chargement au passage est la règle; une station intermédiaire ne peut pas ajouter au train un wagon contenant des colis pour une ou plusieurs stations et pour une ou plusieurs lignes.

Selon l'importance des expéditions, les wagons sont chargés par station, par ligne ou par section de ligne.

Pour éviter les escales, les trains de transbordement effectuent les parcours les plus longs possibles et les itinéraires sont combinés de façon à mettre les trains en correspondance aux gares de coïncidence.

De même que les trains publics échangent leurs voyageurs, les trains de transbordement échangent leurs marchandises.

Le personnel des trains est seul responsable; celui des stations n'intervient qu'à titre d'aide, soit pour la manœuvre des wagons de train à train, soit pour le transbordement des colis, si le poids de ceux-ci n'a pu justifier l'emploi d'un wagon.

Lorsque, par exception, la correspondance n'est pas immédiate, les wagons pour les lignes correspondantes sont plombés par le personnel du train, qui a procédé à leur chargement, à la gare qui précède la gare de coïncidence. Ils sont déposés à celle-ci pour y être ajoutés *tels quels* aux trains des lignes en relation.

Un bordereau des feuilles de route, créé par le chef-garde du train cédant, permet de limiter les écritures à l'inscription d'un seul document.

Comme on le voit, le système vise absolument à la suppression de l'intervention des stations de coïncidence pour l'échange des marchandises et des documents entre les lignes qui y aboutissent.

En évitant les escales, en réduisant les opérations de manutention, en restreignant le nombre des agents qui coopèrent au transport, il abrège la durée totale du trajet, il réalise une économie de travail et d'écritures et diminue les chances d'erreurs et d'irrégularités de toute espèce.

Cependant certaines escales sont inévitables. Tel est le cas lorsque les marchandises pour une même ligne ne comportent pas l'emploi d'un wagon et que le train qui les transporte n'a pas de correspondance immédiate, ce qui entraîne nécessairement la prise en charge et le transbordement par la gare d'échange.

Les marchandises venant d'au delà sont alors confondues avec celles provenant

de la gare d'échange même et, pour éviter un second transbordement, elles sont chargées autant que possible dans des wagons messageries ou des wagons réputés complets.

Le chemin de fer de l'État belge possède à la gare de l'Allée-Verte à Bruxelles un hangar à deux quais qui mesurent chacun 150 mètres de long. L'on y accepte à la fois toutes les marchandises à grande vitesse (articles de messageries) et les charges incomplètes à petite vitesse (articles de roulage), et l'on y amène toutes les expéditions de même nature, dont le transbordement doit se faire à Bruxelles, ainsi que celles acceptées dans les bureaux de ville de la capitale.

Mais ce hangar n'est pas, en réalité, un hangar de transbordement proprement dit. Aucune installation de ce genre n'existe sur les lignes de l'État belge, parce que le système d'exploitation qui y est en vigueur permet de s'en passer.

Sur les réseaux où le transbordement des marchandises est adopté comme règle, le choix des stations où il convient d'établir des hangars de transbordement a une très grande importance.

Autant que faire se peut, il faut, non seulement qu'elles soient situées au point d'intersection de plusieurs lignes, mais encore que leur trafic local leur permette de fournir un fort appoint d'expéditions aux marchandises à transborder.

Le chemin de fer de la rive gauche du Rhin a procédé ainsi, en établissant, à la gare de Saint-Géréon à Cologne, un grand hangar de transbordement, qui sert également à l'acceptation des marchandises en charges incomplètes au départ. Ce hangar présente des dispositions spéciales très avantageuses, qui facilitent considérablement la mise à quai et le retrait des wagons. (Voir le plan de ce hangar, planche XXV.)

En vue d'obtenir une meilleure utilisation du matériel, la Direction royale de la rive gauche du Rhin a cru devoir intéresser ses agents au bon chargement des wagons et leur a accordé des primes, qui, paraît-il, ont eu pour effet d'augmenter sensiblement la charge moyenne des véhicules.

Cette Administration a aussi décidé les expéditeurs à ne remettre qu'une ou deux fois par semaine, à des points déterminés par elle, les charges incomplètes en destination de certaines localités peu importantes : ce qui a permis de former des wagons complets directs pour ces stations. Les marchandises arrivent, paraît-il, aussi vite à destination que précédemment et l'Administration est exonérée des frais de transbordement, tout en obtenant un excellent emploi du matériel et en réduisant dans de fortes proportions les chances de retard, d'avaries, etc., et les indemnités qui en sont la conséquence.

La *Compagnie des chemins de fer de la Méditerranée* (Italie) a adressé à la Commission internationale une copie de son ordre de service n° 33 de 1884, relatif au transport des marchandises de petite vitesse à charge incomplète.

Ce document n'est exclusif ni du système qui consiste à diriger les marchandises de plusieurs lignes sur des gares de transbordement proprement dites, pour y être fusionnées, ni du système qui comporte la formation de wagons directs par station ou par ligne, ce qui dispense des gares de transbordement et même, dans une très large mesure, de l'intervention des stations de coïncidence pour l'échange des marchandises entre les lignes qui y aboutissent.

De l'ensemble de ses instructions, il résulte cependant que la Compagnie a reconnu et s'efforce d'éviter les inconvénients qui résultent des transbordements en cours de trajet et qu'elle entend limiter ces opérations aux seuls cas où elles sont réellement nécessaires pour régulariser les chargements et mieux utiliser le matériel.

Les dispositions principales du susdit ordre sont résumées ci-après :

Les marchandises de petite vitesse en charges incomplètes sont transportées dans des wagons de trois dénominations distinctes :

1° Wagons normaux;
2° — supplémentaires aux normaux;
3° — de transbordement.

1° *Wagons normaux.* — Les wagons normaux sont destinés à recueillir les marchandises adressées à diverses stations d'une seule ligne ou partie de ligne, ils doivent être expédiés chaque jour, même à vide, de stations déterminées; ils reçoivent un itinéraire déterminé avec destination fixe et sont réexpédiés des stations de transit par le train de transbordement correspondant à celui qui les y a amenés.

Un bordereau indique la provenance, l'itinéraire et la destination des wagons normaux.

2° *Wagons supplémentaires aux normaux.* — Les wagons supplémentaires sont destinés à suppléer à l'insuffisance des wagons normaux; ils suivent le même itinéraire et ont la même destination; ils sont formés, soit par les stations de départ des wagons normaux, soit par les stations de passage situées sur le parcours des wagons normaux, au point où les wagons normaux sont reconnus insuffisants.

Leur formation est aussi de rigueur lorsque la marchandise est d'un poids

les colis de détail sur leur destination, soit, s'il est possible, par wagons complets, soit par de nouveaux wagons de groupage dirigés sur une nouvelle gare de transbordement, soit enfin par wagons distributeurs, ainsi que cela va être expliqué.

Les wagons de groupage sont dirigés sur la gare de transbordement *la plus éloignée possible*, pour laquelle on a pu réunir le minimum de poids voulu pour constituer un wagon de groupage. Les limites de poids sont les mêmes que celles qui ont été indiquées pour les wagons dits complets.

Toute gare située sur le parcours d'un wagon complet peut, sous certaines conditions, transformer ce wagon en wagon de groupage.

Wagons collecteurs distributeurs. — Les colis de détail qui n'ont pu constituer, au départ de leur gare expéditrice ou d'une gare de transbordement, le chargement d'un wagon complet ou d'un wagon de groupage, sont chargés dans les fourgons ou dans les wagons *collecteurs* des trains omnibus de marchandises ou des trains mixtes. Ces wagons collecteurs sont d'ordinaire mis en marche entre deux gares de transbordement consécutives. Le plus souvent, ces collecteurs sont en même temps *distributeurs*; quelquefois, ils sont collecteurs dans la première partie de leur parcours et deviennent ensuite distributeurs.

Les wagons collecteurs et distributeurs sont, comme on le voit, destinés à suppléer aux fourgons ordinaires des trains omnibus, toutes les fois que l'abondance des colis de détail à recueillir ou à distribuer rend ces derniers insuffisants. Ces wagons collecteurs distributeurs sont créés chaque jour avec des itinéraires fixes réglés d'avance.

D'après l'exposé qui précède, les wagons collecteurs distributeurs doivent retenir pendant peu de temps les marchandises de détail qui leur sont confiées : ce sont les wagons complets ou réputés complets qui effectuent la majeure partie des transports; ces wagons sont acheminés sur leur destination par les trains de marchandises directs.

De cette manière, la charge offerte par les wagons est utilisée le mieux possible et les transports se font avec célérité.

La *Compagnie des chemins de fer hollandais*, en vue de réduire les frais que comporte le transport des charges incomplètes, évite le transbordement des marchandises en cours de route par la formation dans la mesure la plus large de wagons réputés complets qui circulent sans modification du point de départ au point de destination définitive de la marchandise.

A la *Compagnie des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée*, le principe qui domine les règles de tous les transports est celui-ci : On doit faire subir aux marchandises le moins possible de remaniements en cours de route et chaque remaniement doit se faire le plus loin possible du lieu d'expédition. De cette façon, on effectue les transports dans le minimum de temps; et puis, en évitant des remaniements, on évite des frais considérables de manutention et de manœuvres.

Il résulte d'une note insérée dans la *Revue générale*, n° 5 de mai 1882, par M. H. Vuinert, qu'au chemin de fer de Lyon, le transport des colis de détail expédiés en petite vitesse se fait d'après les règles suivantes :

Wagons complets. — Lorsqu'une gare peut réunir suffisamment de colis en destination définitive d'une même gare, pour constituer le chargement d'un wagon réputé complet, elle expédie ce wagon directement sur la gare destinataire. Les limites minima de poids imposées pour le chargement d'un wagon complet sont 4,000 kilogrammes ou 1,500 kilogrammes, suivant que le wagon doit effectuer son trajet entier ou son plus grand parcours en sens inverse des courants des wagons vides ou bien dans le sens de ces courants. On conçoit la nécessité de cette distinction : dans le sens du courant des vides, il y a peu d'intérêt à ce qu'un wagon circule avec une forte charge; on ne traînera jamais que le même nombre total de wagons, puisqu'il en circulera encore à vide. Mais il n'en est plus de même dans le sens opposé, où aucun wagon ne circule à vide; si l'on emploie deux wagons alors qu'un seul eût suffi, on double inutilement le tonnage mort et le retour à vide.

Wagons de groupage. — Quand une gare expéditrice n'a pas suffisamment de colis de détail en destination d'une même gare pour constituer dans les limites précitées le chargement d'un wagon complet, elle expédie ces colis dans la direction de la gare destinataire, soit dans un wagon de *groupage*, soit dans un wagon *collecteur*.

On appelle wagon de groupage un wagon contenant des colis en destination définitive de diverses gares situées toutes au delà d'une *gare de transbordement* sur laquelle ce wagon est dirigé, ou, s'il y a lieu, en destination définitive de cette gare de transbordement elle-même.

Le réseau est divisé en un certain nombre de tronçons, à la tête desquels se trouvent les gares de transbordement; ces gares remanient, ainsi que l'indique leur nom, le chargement des wagons de groupage qui leur parviennent, et réexpédient

indivisible d'au moins 400 kilogrammes, lorsqu'elle est volumineuse au point que l'emploi d'un second wagon est nécessaire et enfin lorsqu'elle est de nature à ne pouvoir être chargée avec d'autres.

Elle s'impose aussi pour toutes les stations indistinctement chaque fois qu'avec leurs propres expéditions et celles en transit elles peuvent former un chargement total d'au moins 35 quintaux (1,750 kilogrammes) à destination d'une ligne, d'un tronçon de ligne ou d'une station déjà desservie par un wagon normal.

3° *Wagons de transbordement.* — Les wagons dits « de transbordement » sont ceux qui reçoivent les marchandises dont le transport ne peut s'effectuer par un wagon normal ou qui ne peuvent être chargées avec d'autres.

Tous les trains collecteurs et distributeurs ont un wagon de transbordement, lequel peut être le fourgon du personnel, quand ce véhicule suffit aux besoins du trafic.

Les stations des lignes desservies par des wagons normaux doivent charger dans le wagon de transbordement tous les envois qui, à cause de leur destination, ne doivent ou ne peuvent être chargés dans les wagons normaux ou supplémentaires.

La même règle est suivie par les stations situées sur les lignes non desservies par des wagons normaux, lesquelles peuvent régulièrement former des wagons supplémentaires pour au delà du premier point de transit d'une ligne desservie par des wagons normaux.

Toute station peut former un wagon de transbordement lorsque la marchandise qui ne doit pas être chargée dans les wagons normaux ou supplémentaires est d'un poids total d'au moins 35 quintaux (1,750 kilogrammes), d'un poids indivisible d'au moins 400 kilogrammes, volumineuse au point de rendre nécessaire l'emploi d'un autre wagon ou de nature à ne pouvoir être chargée avec d'autres.

Lorsque les marchandises contenues dans les wagons de transbordement sont arrivées à une station desservie par des wagons normaux à destination de lignes, tronçons de ligne ou stations auxquelles ces marchandises sont destinées, elles doivent être transbordées dans les wagons normaux.

Pour faciliter aux stations la séparation par groupes des envois à charger au passage dans les wagons normaux supplémentaires ou de transbordement, il leur est remis un tableau indiquant les lignes, tronçons de ligne ou stations auxquels sont expédiés les wagons normaux.

Les stations sont strictement obligées de charger dans les wagons normaux et

supplémentaires toutes les marchandises ayant la même destination, c'est-à-dire que l'emploi des wagons normaux est de règle et doit être appliqué dans la mesure la plus large.

Lorsque plusieurs wagons normaux, supplémentaires ou de transbordement ayant la même destination se réunissent dans une station et ne sont pas bien utilisés, les marchandises qu'ils contiennent sont transbordées et réunies dans un ou plusieurs wagons suivant les exigences de la ligne, du tronçon de ligne ou des stations auxquels ils sont expédiés.

L'Administration des chemins de fer de la Méditerranée désigne les stations qui peuvent, dans ce but, interrompre la circulation des wagons normaux et fixe le délai endéans lequel le transbordement doit être terminé.

Les autres wagons peuvent être retirés à toute autre station, si l'occasion s'en présente, lorsqu'ils roulent dans un sens opposé à la concentration du matériel vide.

Les manipulations qui précèdent donnent droit à des primes, lesquelles sont liquidées suivant des annotations spéciales que les stations doivent faire sur la feuille de route de chaque wagon retiré.

La *Compagnie du chemin de fer de l'Est français* a fait parvenir à la Commission internationale une note répondant à la question XVI, mais il est fort difficile de la résumer à cause de sa concision. On la trouvera reproduite à la suite de cet exposé.

NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'EST FRANÇAIS

L'organisation du mouvement des marchandises de petite vitesse dépend de la nature même du trafic de la section considérée. Il ne paraît donc pas possible de déterminer des règles fixes et uniformes. Nous admettons cependant quelques principes généraux permettant d'obtenir une solution avantageuse de la question.

Le chargement des marchandises au départ doit se faire, autant que possible, *par wagons complets*, pour une même destination ; lorsque cela ne peut avoir lieu, il faut réunir les expéditions par direction dans un même wagon, et, pour la confection des wagons de groupage, restreindre, autant que faire se peut, la section de parcours de chaque wagon omnibus et charger dans un même wagon les marchandises destinées aux petites stations d'une même section.

Pour le transport, on doit chercher à avoir le plus grand nombre possible de *trains complets directs* passant d'une extrémité à l'autre d'une section de ligne déterminée, sans nécessité de travail (manœuvres, chargement ou déchargement) en cours de route, dans les stations intermédiaires.

Le trafic de transit de cette section étant enlevé à l'aide de ces trains directs, on procède à l'enlèvement du trafic intérieur de la section au moyen de trains locaux qui, suivant l'importance de ce trafic, peuvent être de deux sortes :

1° Les trains *semi-directs*, ne desservant que les gares de moyenne ou grande importance ;
2° Un ou deux trains *omnibus* dans chaque sens, ne desservant que les petites stations.

Les trains omnibus doivent avoir une marche aussi lente que possible, afin d'offrir la plus grande puissance d'enlèvement ; les arrêts aux stations (fixes ou facultatifs) sont déterminés suivant le travail ordinaire de chacune d'elles ; enfin, il est essentiel que ces trains circulent *de jour*.

Les autres trains peuvent circuler de jour ou de nuit ; il est cependant préférable de faire circuler *de jour* les trains semi-directs. La vitesse de ces trains directs ou semi-directs variera avec l'importance du trafic local à enlever, la nature de ce trafic, le profil des sections à parcourir, etc.

En résumé, la meilleure organisation du mouvement des marchandises, sauf les modifications

que des circonstances spéciales peuvent justifier, nous paraît devoir se résumer dans une règle ainsi libellée :

Activer la marche des trains et des wagons, en réduisant et en limitant leur travail en cours de route, tout en utilisant autant que possible leur capacité d'enlèvement.

Quant aux mesures les plus propres à diminuer les frais que comporte le transport des charges incomplètes, nous estimons que, soit pour enlever l'excédent de trafic que n'ont pu prendre les trains de marchandises réguliers d'une section déterminée, soit pour assurer l'enlèvement des marchandises de petite vitesse d'une ligne peu importante, les seuls moyens pratiques consistent dans l'organisation de services mixtes de voyageurs et de marchandises, savoir :

1° Trains mixtes à marche se rapprochant du tracé des trains omnibus de voyageurs, si la charge en marchandises n'est pas importante;

2° Trains de marchandises, prenant des voyageurs si la charge à enlever l'exige.

[redacted]

DISCUSSION EN SECTION

(3e SECTION)

Séance du 19 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. DARAGANE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. A. JACQMIN

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. NIELS

La séance est ouverte à 9 heures 1/2.

M. le Président. Nous abordons la discussion de la question du *Mouvement des marchandises.*

La parole est à M. Niels, inspecteur à la direction de l'exploitation des chemins de fer de l'État belge, pour faire l'exposé de cette question.

M. Niels donne lecture du rapport rédigé par lui et inséré dans le *Bulletin* (1), le littéra *A* de la question :

Organisation du mouvement des marchandises en charges complètes.

— La discussion est ouverte.

M. René Picard (*France*). Je désire présenter une simple observation. Il dit à la troisième page du tiré à part de l'exposé qui nous a été distribué :

« L'organisation du mouvement comporte un programme qui peut se résumer comme suit :

. . . . . .

« 7° Éviter les dépassements, surtout dans les gares peu importantes.

(1) Voir vol. I, n° 7, juillet 1887, 2e fasc., p. 373.

« En règle générale, un dépassement est une mesure peu recommandable, parce « qu'il est une cause de travail, de perte de temps, de danger et de dépenses de « diverses natures. »

J'avoue que je ne comprends pas bien ici le mot *danger*.

M. Niels. Dans les gares peu importantes, peu outillées, n'ayant pas un personnel en rapport avec les manœuvres à opérer et les mesures de précaution à prendre, il est préférable de ne pas faire des dépassements qui constituent toujours une opération assez délicate.

M. René Picard. Nous dépassons très souvent sur le réseau du Paris-Lyon-Méditerranée, quand nous avons des lignes très chargées avec des gares qui n'ont pas des voies de service des deux côtés. Nous préférons conduire la marchandise à la gare suivante et faire reprendre les wagons par les trains de sens contraire, de manière à ne pas cisailler nos voies principales.

M. A. Jacqmin. Le mot *dépassement* employé dans l'exposé signifie l'action d'un train qui en dépasse un autre; c'est du garage.

M. René Picard. Il s'agit ici, je viens de le comprendre, du garage des trains de petite vitesse pour laisser passer des trains de plus grande vitesse. Il ne résulte pas moins de la phrase de M. Niels, dont je viens de donner lecture, qu'il considère comme un danger de garer des trains en route dans de petites gares.

Nous sommes obligés d'avoir, sur le Paris-Lyon-Méditerranée, une pratique contraire à celle qu'il recommande; nous y sommes forcés par l'importance du réseau, la longueur des lignes, la multiplicité des trains. Nous pensons qu'il n'y a pas de danger à garer des trains de marchandises dans de petites gares. Sur les grandes artères qui sont parcourues chez nous par cinq, six ou sept express, se suivant parfois à quinze ou trente minutes d'intervalle, nous sommes absolument contraints d'opérer ainsi. Comment en serait-il autrement sur des lignes qui jusque septante-cinq trains sur chaque voie par jour? Nous ne pourrions plus circuler du tout si nous ne faisions pas garer nos trains de marchandises dans de petites gares. Il y a parfois des remaniements de trains qui sont commandés par un changement de profil. En bas des rampes, quand elles changent d'importance, nous sommes obligés de garer les trains pour les recomposer. Nous faisons quelquefois cela dans de petites stations. D'un seul train on en forme deux sur certaines parties du parcours. Ces garages nécessitent un certain temps, mais je ne vois pas, en vérité, de danger à cette pratique. Il y a un personnel spécial attaché

à ces stations de garage. Ces postes sont, par conséquent, surveillés de plus près. Nous avons bien choisi les chefs de gare qui sont chargés de ces fonctions. Ils n'ont que cela à faire, c'est leur préoccupation de chaque minute. La station est peu importante, elle a peu de trafic et le chef de gare a surtout pour mission de surveiller ces garages. C'est si vrai que nous avons créé des gares qui n'ont pas de trafic et qui ne servent qu'aux garages. Nous en avons sur la rampe de Blaisy.

Il me semble que l'on pourrait, sans inconvénient, supprimer dans l'exposé le mot danger, puisqu'il n'est pas justifié par la pratique.

M. Niels. Je crois avoir été mal compris. M. René Picard parle de dépassements de trains de marchandises par des trains de voyageurs. Il s'agit de trains de marchandises dépassés dans des gares peu importantes par d'autres trains de marchandises.

M. René Picard. Parfaitement. Sur notre réseau, nous avons un train omnibus de marchandises par jour dans chaque sens entre deux gares de triage et de formation consécutives. Nous avons quinze à trente trains directs qui circulent journellement. Il faut donc que les trains de marchandises omnibus se garent. La Compagnie des chemins de fer de l'Est français a fourni une note sur cette question. Si les membres de la section veulent bien la lire, ils verront comment les choses se passent chez nous. Entre deux gares de formation consécutives, nous avons tantôt deux trains, tantôt un train omnibus de marchandises. Ceux-là se garent où ils peuvent, et presque toujours dans des gares de faible importance. Sur les lignes à pente, accidentées, nous avons des stations de garage spéciales, qui n'ont que deux ou trois voies et qui ne servent qu'à cela.

M. le Président. Chaque mouvement est un danger. C'est en ce sens qu'il faut entendre le mot de M. Niels. Pour le garage, le danger est le même que pour le dépassement de chaque train.

M. René Picard. Les hommes qui sont ici ont une valeur incontestable. On nous en attribuera peut-être plus que nous n'en avons. Mais, dans le public, ce que nous aurons dit et écrit ici servira d'une espèce de code : un beau jour, si on laisse subsister le mot que nous discutons, on nous jettera à la tête que nous faisons une chose dangereuse en pratiquant le garage de la façon que j'ai indiquée. Il est important de n'inscrire le mot danger, dans nos délibérations, qu'après de mûres réflexions.

M. A. Jacqmin. Les notes qui nous sont communiquées n'engagent que leurs

auteurs. Avec l'organisation actuelle du Congrès, les sections comme les assemblées plénières n'émettent ni vote ni vœu. Il n'est exprimé que des opinions individuelles, il n'est donc pas permis d'affirmer que la manière de voir exposée par un membre soit nécessairement partagée par un groupe.

M. René Picard. Nous ne devons pas voter sans doute; mais ce que nous dirons méritera certains égards, aura une certaine sanction, ou bien notre Congrès est inutile. Par conséquent, il faut prendre garde à ce que nous déclarons. Que nous ayons des modes d'exploitation différents en matière commerciale, qu'ils ne soient pas les mêmes dans les détails, à la bonne heure. Mais, encore une fois, nous ne devons prononcer ce mot si grave de danger que quand, sur ce point, il y a unanimité d'opinions.

M. Gondry (*Belgique*). Je crois que, au fond, nous sommes parfaitement d'accord sur la question en elle-même, et qu'un simple malentendu nous divise. Sur le réseau belge, dont les mailles sont très serrées, les stations de bifurcation sont fort rapprochées. Dans ces conditions, l'on peut régler le service des trains de marchandises de façon que les dépassements se produisent le plus souvent, non dans les stations intermédiaires proprement dites, — nous appelons ainsi celles qui ne sont ni stations d'échange ni stations de bifurcation, — mais dans les stations de bifurcation où d'habitude se font des manœuvres et des garages. Il est préférable incontestablement de garer un train de marchandises dans une station où l'on gare souvent, où il y a des aiguilleurs habitués à ce service, plutôt que dans une toute petite station où cette opération ne se fait pour ainsi dire jamais, qui n'est pas aménagée à cet effet.

M. René Picard. Les stations de garage sont fixées à l'avance. Il ne s'agit pas de garages accidentels qui se font où l'on peut, mais des garages réglementaires, se faisant dans des stations où il y a un personnel exercé à ces manœuvres.

M. Gondry. Le mot danger est tout à fait relatif. Nous ne devons pas nous en effrayer au point de n'oser le prononcer. Quand nous faisons rouler un train, il est en danger de dérailler. Est-ce une si grande hardiesse que de le dire? Il est évident que le dépassement se fera d'autant mieux, avec d'autant plus de sécurité, qu'il s'opérera dans des stations plus importantes. Voilà ce que M. Niels a voulu dire. Il y a intérêt à régler les dépassements de façon qu'ils aient lieu de préférence dans des gares importantes où le personnel est bien dressé, bien surveillé, plutôt que dans des petites stations où nous ferions peut-être mieux de ne pas

mettre des voies d'évitement. Là, ces opérations sont mal surveillées. Nous sommes exposés à voir le train de marchandises dérailler sur les aiguilles, pendant le mouvement de recul, parce que le personnel de la gare est fort restreint. C'est pourquoi, je le répète, il est préférable de mettre les dépassements autant que possible dans des gares importantes.

M. René Picard. Ce n'est pas mon avis.

M. Bachelet (*Italie*). J'appuie d'autant plus les observations de M. René Picard que nous sommes obligés, sur notre réseau, de travailler sur des voies uniques qui ont entre quatre cents et cinq cents kilomètres de longueur. Le système des voies uniques est commandé par les exigences des trains de voyageurs, auxquels nous devons subordonner tout notre service de marchandises. Les garages se font où ils sont possibles; nous ne pouvons les choisir. Nous les faisons où nous pouvons, que ce soit à une petite ou à une grande gare. Quand un express international rencontre un train de marchandises, on gare ce dernier comme on peut, et nous ne considérons pas que cela constitue un danger, attendu que le personnel dans les petites ou dans les grandes gares est également capable d'assurer le garage des trains. Je ne crois pas qu'il faille faire une condition *sine qua non* de l'importance des stations pour y faire l'opération dont il s'agit, sinon nous ne pourrions plus marcher, là où la voie est unique. Nous avons, par exemple, un train express de Milan à Gênes, Pise et Rome; si l'on nous imposait des conditions spéciales pour le garage des trains, il serait impossible de le faire circuler. Il faut qu'on puisse garer même à une station où il n'y aura qu'un seul individu attaché au service du mouvement, et où l'on aura mis une voie à cet effet.

Il faut faire une grande distinction entre l'exploitation à deux voies et l'exploitation à voie unique. Étant obligés de faire comme nous pouvons, nous avons organisé notre service de façon que le garage ait lieu dans les petites ou dans les grandes stations et de façon qu'il offre dans l'un et l'autre cas la même sécurité.

M. Niels. Il est incontestable que, quand on n'a qu'une voie unique, le garage doit pouvoir se pratiquer partout.

M. Pol. Lefèvre (*France*). Les manœuvres pour prendre et laisser des wagons sont indispensables dans les gares, quelle que soit leur importance; or, ces manœuvres sont au moins aussi dangereuses que celles de garage, puisqu'elles coupent fréquemment la voie principale opposée. Il vaut donc mieux ne pas parler de danger dans l'occurrence.

M. Bachelet. Qu'il y ait un mouvement quelconque de marchandises dans une gare, importante ou non, le danger c'est l'état normal.

M. René Picard. Il convient de préciser la question. Qu'est-ce que l'on entend par une gare de garage? S'il s'agit d'une grande station, c'est une gare où, cinq ou six fois par jour, on gare des trains; c'est là une grande gare au point de vue du garage; mais cela peut être en réalité une gare sans importance où il y aura par exemple deux employés qui ne s'occuperont que du garage.

Je crois qu'on aurait tort de prononcer le mot danger à propos d'opérations faites par des hommes dont c'est le métier et la préoccupation constante. Il ne faut pas émailler les discussions de notre Congrès de mots de ce genre, car il est à craindre que, lorsqu'ils auront été prononcés, on ne cherche à leur donner la portée d'un jugement en dernier ressort.

M. Bachelet. Pour moi, une gare de garage est une gare quelconque où il a une voie où l'on peut garer.

M. René Picard. Je demande formellement qu'on modifie le 7e du programme que j'ai rappelé tout à l'heure en effaçant le mot danger.

M. A. Jacqmin. Si nous changeons les termes de l'exposé, ne sera-ce pas émettre un vote, indirectement, sur le fond à propos d'une question de forme. Le compte rendu de nos débats reproduira nos observations aussi fidèlement que possible. On y verra que certains membres ont fait observer qu'il n'y avait pas de danger dans les manœuvres dont on vient de parler; on pèsera les raisons qu'ils ont données; mais je crois que nous n'avons pas à prendre de décisions entraînant des changements au rapport.

M. René Picard. Sans doute, à moins que M. le rapporteur ne consente à les faire de lui-même.

M. Matrot (*France*). Il ne faut pas qu'il soit acquis que le Congrès considère comme dangereuse une pratique qui s'impose.

M. Bachelet. Pour qu'il n'en soit pas ainsi, je demande que nos observations soient consignées au procès-verbal.

M. le Président. Parfaitement!

M. Gondry. Le compte rendu rapportera *in extenso* tout ce qui s'est dit sur la question.

M. René Picard. Pour mettre le comble à nos désirs, nous demandons que

M. Niels lui-même fournisse à la sténographie l'occasion de mentionner qu'il s'est rangé à notre opinion.

M. Niels. Je n'y fais point opposition. (*Marques d'approbation.*)

M. Pellegrini (*Italie*). M. Niels ne pourrait-il nous dire quelle est la vitesse moyenne des trains de marchandises en Belgique ?

M. Niels. Il existe en Belgique des trains de marchandises à marche rapide qui font en moyenne 40 kilomètres à l'heure. Ils sont chargés spécialement de conduire les marchandises à des gares importantes, très éloignées de la gare d'expédition. Ces trains sont composés de marchandises voyageant à grande vitesse, ou tout au moins acceptées sous le régime du service accéléré. C'est ce que nous appelons trains de marchandises directs. Il y en a d'autres, composés uniquement de transports qui s'effectuent aux conditions de la petite vitesse. Ils font en moyenne 30 kilomètres à l'heure, arrêts compris. Les trains de marchandises directs, à marche rapide, qui font d'habitude 40 kilomètres à l'heure, partent le soir, et arrivent le matin à destination avec des marchandises acceptées la veille dans l'après-midi et même dans la soirée.

M. Bachelet. A la page 3 des tirés à part de l'exposé, on trouve encore dans le programme de l'organisation du mouvement :

« 8° Éviter de faire manœuvrer deux trains en même temps dans une gare intermédiaire. »

C'est trop absolu. Nous avons sur notre réseau des stations intermédiaires très importantes où nous sommes obligés de manœuvrer deux ou trois trains à la fois.

M. Niels. Il ne s'agit que de petites stations. J'aurais dû dire :

« 8° Éviter de faire manœuvrer deux trains en même temps dans les gares intermédiaires *de peu d'importance.* »

M. Bachelet. Parfaitement.

A la page 2, vous dites :

« 1° Consacrer la nuit aux voyages, le jour aux opérations de chargement et de déchargement. »

Il n'est pas toujours possible de faire partir tous les trains pendant la nuit. Cela dépend nécessairement de l'importance du trafic des gares et de l'organisation générale du service. Sur le réseau italien de la Méditerranée, nous devons quelquefois former nos trains la nuit et les faire partir le matin.

M. le Président. Le rapporteur ne fait qu'exprimer un désir en mentionnant une mesure qu'il est à souhaiter qu'on applique sur des lignes d'une certaine longueur.

M. Bachelet. Au port de Gênes, par exemple, nous avons un service qui consiste à charger les wagons sur les quais, jusqu'à six ou sept heures du soir.

Ils ne sortent des quais du port pour venir à la station de formation des trains, à Sanpierdarena, qu'à onze heures.

Il y a des localités où l'on ne peut effectuer le voyage complet de nuit et le chargement de jour parce qu'après le chargement de jour nous avons un travail de formation de nuit, avant de partir.

M. Niels. Nous nous trouvons dans une situation identique à la gare d'Anvers-Bassins, où nous chargeons des marchandises sur tous les quais jusque sept heures et sept heures et demie du soir. Si l'on peut en expédier une partie par un train partant dans l'avant-soirée, c'est toujours un avantage.

M. Pellegrini. Je dois signaler une contradiction qui existe entre les indications du rapport relatives aux trains directs, — qui « doivent être établis de façon à faire effectuer de longs trajets aux wagons destinés à des points très éloignés de la gare expéditrice » (page 2 des tirés à part du rapport), — et les prescriptions du chemin de fer italien de la Méditerranée, rappelées à la page 5, et en vertu desquelles les trains directs, à défaut de charge suffisante, devraient être complétés au moyen « de wagons complets ou nouveaux et de wagons supplémentaires complets à destination de localités distantes *de moins* de 20 kilomètres ». Pour concilier les deux choses, il faudrait mettre : « ... à destination de localités distantes *d'au moins* 20 kilomètres ». Les mots *de moins* sont trop limitatifs.

M. Niels. En effet, c'est une erreur d'impression [1]. Avec la rectification que vous venez de faire, toute contradiction disparaît.

M. Matrot. Je désirerais savoir à quelle vitesse marchent les trains directs de marchandises sur le réseau italien de la Méditerranée.

M. Bachelet. Cette vitesse de marche varie entre 25 et 35 kilomètres à l'heure. Nos voies sont, en certains points, très accidentées. Nous avons des profils où nous ne pouvons faire plus de 20 kilomètres à l'heure ; dans les passages de

[1] Cette erreur est corrigée dans l'exposé réimprimé dans le *Compte rendu général*.

montagnes, par exemple, nous sommes forcés de limiter la vitesse et le chargement. Nous circulons parfois avec une vitesse beaucoup plus considérable; pour les transports militaires, notamment, nous faisons jusque 45 kilomètres à l'heure, mais ce n'est plus le service normal des trains de marchandises.

M. le Président. Nous passons à la seconde partie du rapport de M. Niels.

M. Niels donne lecture de la suite de son exposé relatif au littéra *B* de la question :

Transport des charges incomplètes (1).

Il lit aussi la note sur la question du mouvement des marchandises envoyée par l'Administration des chemins de fer de l'Est français (2).

M. Pol. Lefèvre. Il serait intéressant, au point de vue de la pratique, d'insérer au procès-verbal que la plupart des Compagnies françaises ont adopté le même système que la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée, en ce qui concerne le transport des charges incomplètes. Je citerai notamment la Compagnie de l'Ouest et la Compagnie d'Orléans; ce qui tendrait à démontrer que ce système a été reconnu par la pratique plus économique, tant pour la rapidité des transports que pour l'évolution du matériel.

M. le Président. Il n'y a pas d'inconvénient à satisfaire à cette demande.

M. Pellegrini. D'après l'exposé, le système qui devrait être le plus en vigueur serait de faire la nuit le service exigeant le plus d'activité sur les lignes de chemins de fer. Je désirerais savoir quel est le mode qui a été adopté en Belgique pour pourvoir au personnel des gares. Il faut un personnel spécial pour la nuit. Dans quelle mesure a-t-on augmenté les employés afin de satisfaire aux exigences de ce service? Outre les trains express, qui tendent toujours davantage à circuler la nuit, il y aura, de plus en plus aussi, des trains de marchandises. On doit être pourvu d'un personnel à cet effet.

M. Niels. Le personnel a été mis en rapport avec les exigences du service et les obligations qu'on lui imposait. Il me serait assez difficile de dire exactement, au pied levé, comment il est composé.

M. Pellegrini. Quelle est la moyenne des heures de service des employés?

(1) Voir le *Bulletin*, vol. I, n° 7, juillet 1887, 2e fasc., p. 378.
(2) — — — — — p. 389.

M. Niels. Elle est de douze heures.

M. Pellegrini. Il est probable qu'on a doublé les services pour la nuit.

M. Niels. Parfaitement. Il n'y a qu'une différence avec le personnel de service de jour : c'est que, la nuit, il n'y a pas de chef de station. Il est remplacé par son délégué qui est souvent le sous-chef de station. Je crois qu'il en est de même dans toutes les Administrations où il existe un service de nuit.

M. Pellegrini. En Belgique, les wagons à marchandises sont-ils exclus systématiquement des trains de voyageurs ?

M. Niels. Non. Il existe encore dans notre pays des trains mixtes qui transportent à la fois des marchandises et des voyageurs.

Sur des lignes secondaires, où le service des marchandises est très peu important, la distribution des marchandises en charge incomplète se fait par le train qui transporte à la fois des voyageurs et des marchandises.

Sur d'autres lignes plus importantes, il existe des trains qui sont chargés de collecter les wagons de marchandises en charge incomplète.

M. Bachelet. Je trouve un peu faible le poids de 1,200 kilogrammes admis comme suffisant en Belgique pour justifier l'expédition d'un wagon.

M. Niels. C'est la règle que nous avons adoptée. Il y a quelques mois, le poids était encore fixé à 1,000 kilogrammes.

de l'État belge n'est pas éloignée d'augmenter le chiffre de 1,200 kilogrammes dans une certaine mesure et de se ranger ainsi à l'avis de M. Bachelet.

M. René Picard. Nous avons un nouveau procédé qui est employé sur notre réseau pour accélérer davantage le transport des charges incomplètes. C'est ce que nous avons appelé : les wagons distributeurs, collecteurs, spécialisés.

L'expression est un peu longue, un peu allemande, mais elle rend bien la pensée.

Un wagon est affecté chaque jour à l'enlèvement des colis de détail d'un embranchement ou d'une section de ligne déterminée, et à destination d'un autre embranchement ou d'une autre section éloignée d'un point de bifurcation à l'autre ou de l'extrémité de la première section. Au commencement de la deuxième section, ces trains sont enlevés par des trains de marchandises directs à marche rapide. Nous avons, par exemple, à transporter des colis de détail de la ligne de Nice à Marseille à une des lignes éloignées des grandes artères, la ligne de Dijon à Belfort. Malgré tous nos efforts, nous n'arrivions pas dans les délais. C'est pourquoi nous avons organisé des wagons qui circulent tous les jours à des heures déterminées, dans des trains déterminés, par exemple de Nice à Marseille. Ces wagons ou ce wagon, car il n'y en a souvent qu'un, recueille toutes les marchandises en destination des gares entre Dijon et Belfort.

Il est adjoint à Marseille à un train direct de marchandises. A Dijon, il se remet dans un train omnibus de marchandises qui distribue tous les colis qu'il contient.

Grâce à ce procédé, qui n'est applicable que sur de très grands réseaux, nous avons complété d'une façon heureuse notre organisation. Avec cette dernière amélioration, nous avons, je crois, trouvé un mécanisme à peu près parfait pour le transport des colis de détail.

Il y a peut-être, chez nous, une centaine de ces wagons qui circulent ainsi. En apparence, cela est très compliqué, et quand nous avons tenté l'expérience nous ne l'avons pas fait sans un certain effroi ; mais elle dure depuis deux ans et les résultats démontrent que nous avons réussi. Au bout de peu de temps, le système a très bien fonctionné.

M. le Président. Il existe en Russie, sur le chemin de fer Nicolas, une dispotions analogue.

M. Niels. Ce système est en vigueur au chemin de fer de l'État belge depuis longtemps, ainsi que je l'ai dit à la page 8 des tirés à part de mon rapport :

Trains de messageries à grande vitesse . . . . . .

. . . . . .

« Ils transportent les wagons de messageries proprement dits, les wagons « complets et les wagons de transbordement formés par les stations principales « des grandes lignes en destination des lignes secondaires aboutissantes, les « wagons de transbordement formés par les lignes secondaires en destination des « stations principales des grandes lignes, et enfin les wagons de transbordement « formés par des lignes secondaires en destination d'autres lignes secondaires en « transit par les lignes principales. »

M. René Picard. Seulement, vous n'avez appliqué le système qu'à la grande vitesse.

M. Niels. Nous appelons « messageries à grande vitesse », des articles de messageries. Il y a là un tarif intermédiaire entre des marchandises en grande vitesse et des marchandises en petite vitesse.

M. René Picard. Si vous appliquez le même système, cela prouve que les bonnes idées viennent parfois à tout le monde en même temps.

M. Gondry. Et cela prouve aussi que l'idée est bonne.

M. Matrot. Vous venez de parler de *lignes secondaires* en relisant un passage de votre exposé; cela peut être une section de ligne principale. J'insiste sur l'assimilation à établir entre les sections de grandes lignes et les petits embranchements au point de vue de l'enlèvement des colis de détail.

M. Gondry. Il s'agit d'un wagon qui sert de collecteur sur une première section, qui est direct et passe en transit sur une seconde section et qui devient distributeur sur une troisième section.

— La séance est levée à 10 heures 3/4.

Séance du 21 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. DARAGANE

M. A. Jacqmin donne lecture du résumé des débats sur la question XVI : *Mouvement des marchandises.*

M. le Président. Ce résumé convient-il aux membres de la section? (*Marques d'adhésion.*) Je le déclare approuvé. Il sera lu en séance plénière.

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE

Séance du 21 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. LE COMM. BRIOSCHI

M. le Président. M. Jacqmin, secrétaire principal de la 3e section, a été chargé de faire rapport au nom de cette section sur la question XVI, concernant le mouvement des marchandises. Je lui accorde la parole.

M. A. Jacqmin. L'exposé a été rédigé par M. Niels, inspecteur à la direction de l'exploitation des chemins de fer de l'État belge.

La question XVI comprend deux parties distinctes :

A. Quelles sont les conditions les plus favorables d'organisation du mouvement des marchandises en charges complètes?

B. Quelles sont les mesures les plus propres à diminuer les frais que comporte le transport des charges incomplètes?

La 3e section a examiné successivement ces deux points.

Charges complètes. — Le transport des marchandises par charges complètes, c'est-à-dire des wagons complets, s'effectue sur la plupart des réseaux au moyen de trains directs, trains semi-directs, trains omnibus.

Les trains directs enlèvent tous les wagons en provenance d'un même point de départ et en destination d'une même gare aussi éloignée que possible.

On complète la charge des trains directs, s'il y a lieu, par l'adjonction de wagons complets ayant un long parcours à effectuer dans la direction suivie par le train.

Les trains semi-directs assurent le service des principales stations sur la ligne qu'ils parcourent. Ils servent aussi à transporter rapidement les wagons en provenance d'un embranchement et en destination d'un autre embranchement aboutissant à la même ligne principale; ils sont complétés en cas de besoin par des wagons de détail réunis par une gare ou même provenant d'une section et à desti-

nation d'une autre section. Les trains omnibus desservent les localités dans lesquelles ne s'arrêtent pas les trains directs.

Ces trains, ayant une marche plus lente, se garent souvent dans de petites stations pour laisser passer les trains directs ou à priori les trains de voyageurs.

Charges incomplètes. — Pour accélérer le transport des charges incomplètes, on cherche autant que possible à constituer des wagons complets avec les envois remis par plusieurs expéditeurs dans une même gare pour une même destination. La Compagnie du chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée considère un wagon comme complet lorsqu'il renferme :

1° 4,000 kilogrammes s'il doit circuler dans le sens de la charge;
2° 1,500 kilogrammes s'il doit circuler dans le sens du vide.

Cette distinction paraît très rationnelle.

La direction des lignes de la rive gauche du Rhin a dans plusieurs gares obtenu de ses expéditeurs de ne remettre leurs envois que tous les deux jours, ce qui facilite la formation de wagons complets.

Lorsqu'on ne peut former de wagons complets au départ d'une gare pour une autre, on s'efforce de réunir tous les envois à destination de stations situées sur un même embranchement.

Certaines Administrations font circuler périodiquement des wagons dits collecteurs qui enlèvent toutes les marchandises d'une section et les conduisent à une station déterminée; celle-ci refait les chargements en réunissant les colis remis

XVIIe QUESTION

LIGNES A FAIBLE TRAFIC

A. *Quelles sont les simplifications que comporte l'exploitation économique des lignes à faible trafic?*

B. *Serait-il possible d'affermer le service des petites stations, et, dans l'affirmative, quelles précautions faudrait-il prendre pour garantir la sûreté du service?*

XVIIe QUESTION

TABLE DES MATIÈRES

EXPOSÉ

PAR L. DE BUSSCHERE

INGÉNIEUR A LA DIRECTION DES VOIES ET TRAVAUX

ET J. DEJAER

INGÉNIEUR EN CHEF A LA DIRECTION DE LA TRACTION ET DU MATÉRIEL DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE

Introduction.

Les dépenses d'exploitation des chemins de fer sont d'ordinaire classées en quatre catégories :

A. Celles qui concernent l'administration centrale;
B. — — le service de la voie;
C. — — le service de la traction;
D. — — le service de l'exploitation (service des stations et personnel des trains, à l'exception des agents relevant de la traction).

Les dépenses des catégories *A* et *D* sont pour ainsi dire exclusivement des dépenses de personnel, tandis que celles des catégories *B* et *C* comprennent en outre des dépenses de matières (pour le service de la voie, celles relatives aux réfections de la route et à l'entretien de ses dépendances; pour le service de la traction, celles relatives à l'achat, l'entretien et la conduite du matériel roulant).

Les dépenses en matières dépendent en partie de la manière dont la ligne a été construite, en partie de la manière dont elle est exploitée.

Les dépenses en main-d'œuvre, de même que les dépenses en traitements et frais d'administration, dépendent pour ainsi dire uniquement de la manière dont la ligne est exploitée.

On voit d'après cela que tout ce qui a pour but de simplifier l'organisation de l'exploitation d'une ligne déjà construite, a pour résultat une diminution des dépenses et par conséquent une amélioration du rapport de la ligne.

Nous pouvons, pour montrer immédiatement l'importance de la distinction que nous venons d'établir, invoquer l'exemple des chemins de fer de l'*État suédois*, au sujets desquels M. l'inspecteur général A. Jacqmin, de la Compagnie de l'Est français, vient de publier, dans la *Revue générale des chemins de fer* (¹), une note extrêmement intéressante. M. A. Jacqmin dit que si la dépense par kilomètre pour le réseau suédois est si faible (pour certaines lignes, cette dépense n'atteint pas 3,000 francs), il faut surtout l'attribuer au petit nombre d'agents qui y sont attachés. Il y en a un peu moins de deux par kilomètre, alors qu'en France, au 31 décembre 1883, le personnel employé sur les chemins de fer atteignait le chiffre de 8.78 par kilomètre pour les lignes d'intérêt général, et de 5.319 pour celles d'intérêt local.

Un grand nombre d'Administrations ont adopté, pour l'exploitation de leurs lignes à faible trafic, des règlements moins sévères que ceux des grandes lignes, et, parmi les mesures qu'elles ont prises, la plupart ont eu pour but de réduire les dépenses d'administration et de personnel de ces lignes, les autres ont eu pour effet de diminuer les dépenses en matières.

Nous avons eu l'occasion d'étudier ce qui a été fait dans cet ordre d'idées par plusieurs réseaux allemands, autrichiens, anglais, français, hollandais et italiens, et nous en avons donné un compte rendu assez détaillé, dans notre ouvrage sur l'exploitation économique des lignes secondaires des grands réseaux de chemins de fer dans différents pays de l'Europe.

Cependant, comme nous ne disposions pas de renseignements au sujet des Compagnies que nous n'avons pu visiter, que d'autre part certaines Administrations ont pu, depuis lors, modifier leurs règlements, nous avons cru, afin de pouvoir présenter au Congrès un exposé aussi complet que possible de l'état de la question, devoir adresser aux Administrations adhérentes un questionnaire

(¹) Voir le numéro de mai 1887.

dans lequel nous avons inséré les principaux points qui, d'après nous, peuvent différencier l'exploitation des lignes à faible trafic de celle des lignes à trafic normal.

Nous reproduisons ci-après le questionnaire, et, pour chaque question, nous mentionnons les réponses des Administrations spécifiant des mesures différentes pour leurs lignes à faible trafic; nous faisons suivre ces renseignements de ceux que nous avons recueillis sur place. Nous donnons ensuite un résumé des simplifications qui peuvent être introduites. Nous devons toutefois faire observer que notre questionnaire ne visait pas l'organisation elle-même des lignes à faible trafic ni les simplifications dont leurs services administratifs sont susceptibles. La raison en est que pareil travail de comparaison nous eût entraînés trop loin, et nous nous bornerons à indiquer à ce sujet certaines mesures prises par plusieurs réseaux pour diminuer les dépenses d'administration centrale, ainsi que celles des services d'exécution.

Nous devons, en ce qui concerne la Compagnie du Nord, mentionner tout spécialement un intéressant travail que M. Cossmann, ingénieur du service technique à cette Compagnie, a publié dans les *Mémoires de la Société des ingénieurs civils* de France [1], et dont il a remis un exemplaire à la Commission internationale du Congrès.

La *Compagnie du Nord* a organisé des trains-tramways sur ses lignes principales en extension du service ordinaire, et des trains légers sur ses lignes à faible trafic en remplacement du service existant.

Le travail de M. Cossmann expose d'une façon complète la manière dont ces deux genres de service ont été établis, et nous y avons puisé, pour faire notre exposé, ce qui est relatif aux lignes à faible trafic.

Nous devons ajouter que nous n'avons pas divisé notre travail en deux parties *A* et *B*, comme semble le demander l'énoncé de la question; cette division, ainsi qu'on le verra plus loin, n'est pas nécessaire : la seconde partie peut rentrer dans la première.

I

La vitesse de marche des trains sur les lignes à faible trafic est-elle la même que celle des trains sur les lignes principales?

La plupart des Compagnies n'organisent, sur leurs lignes à faible trafic, que des

[1] Voir la livraison de mars 1887.

trains mixtes, dont la vitesse est généralement la même que celle des trains de même catégorie des autres lignes.

Cette vitesse est de 40 à 45 kilomètres sur les lignes des chemins de fer de l'État en France, de 35 à 40 kilomètres sur les lignes de la Compagnie de la *Méditerranée* (Italie), de 38 kilomètres au chemin de fer de l'*État danois*, de 45 kilomètres au *Grand Central Belge* et au maximum de 42 kilomètres aux *Chemins de fer orientaux* (Turquie).

Quelques Administrations utilisent également des trains omnibus ne transportant que des voyageurs. Au chemin de fer *Koslow-Voronège-Rostow*, il y a par jour un train omnibus, un train mixte et des trains de marchandises, dont la vitesse maxima est respectivement de 45, 35 et 30 verstes par heure (48, 37 et 32 kilomètres).

Plusieurs Compagnies françaises, notamment celle du Nord, mettent en marche, en vertu d'arrêtés ministériels pris en exécution du décret du 29 mai 1880, des trains composés de moins de sept voitures sans interposition de voiture de choc à une vitesse ne pouvant dépasser 55 kilomètres à l'heure. Le travail déjà cité de M. Cossmann donne le type de ces arrêtés.

Les Administrations qui ont adopté de faibles vitesses pour les trains des lignes secondaires sont les suivantes :

1° *Le chemin de fer de l'État russe* : 20 verstes (21k2) à l'heure;
2° *Le chemin de fer de l'État de Finlande* : 27 kilomètres à l'heure;
3° *Le chemin de fer hollandais*, qui a adopté les trois limites suivantes :

30 kilomètres pour les trains de voyageurs;
20 — — mixtes;
15 — — de marchandises.

En Allemagne et en Autriche, où la construction de lignes secondaires à voie normale a pris une très grande extension, la vitesse de marche des trains ne peut, en vertu des lois et règlements concernant l'exploitation de ces lignes, dépasser 30 kilomètres à l'heure.

La convention technique du Verein allemand, dans sa réunion de juillet 1886, à Salzbourg, a subdivisé les lignes secondaires en *nebenbahnen* sur lesquelles la vitesse peut atteindre 40 kilomètres à l'heure, et en *localbahnen* sur lesquelles cette vitesse reste limitée à 30 kilomètres.

La loi hollandaise du 9 août 1878 fixe également à 30 kilomètres la limite que la vitesse peut atteindre.

En Angleterre, la loi du 30 juillet 1868 sur les chemins de fer légers (*light railways*) limite à 25 milles (environ 40 kilomètres) à l'heure la vitesse des trains circulant sur ces chemins de fer.

En Belgique, le *chemin de fer de l'État* a admis en principe que les trains sur les lignes secondaires ne doivent pas rouler à plus de 30 kilomètres à l'heure; toutefois, la nécessité d'assurer certaines correspondances force parfois à augmenter les vitesses, et le règlement ministériel du 16 octobre 1886 fixe comme limite 55 kilomètres.

II

Les mesures de sécurité sont-elles les mêmes que sur les grandes lignes? C'est-à-dire :

A. *Les lignes secondaires sont-elles clôturées dans les mêmes conditions?*

B. *Le gardiennage des passages à niveau se fait-il d'après les mêmes principes?*

C. *La voie est-elle visitée aussi fréquemment?*

Les Administrations qui ont suivi en ce qui concerne les points *A* et *B* d'autres errements que ceux en vigueur sur les grandes lignes sont les suivantes :

1° Le *chemin de fer de l'État roumain.* Il n'y a pas de clôtures en voie courante et pas de gardiennage aux passages à niveau;

2° Le *chemin de fer hollandais.* Il n'y a de clôtures que le long des prairies et des parties très exposées; on ne garde que les passages à niveau des chaussées et chemins très fréquentés; ces pratiques sont conformes à la loi du 9 août 1878, laquelle a un effet rétroactif;

3° Le *chemin de fer de l'État de Finlande.* Les clôtures ne sont pas obligatoires, pour la plupart des lignes, les clôtures existantes sont placées par les propriétaires riverains. Les passages à niveau importants des grandes routes sont seuls gardés;

4° Le *chemin de fer de l'État danois.* Les lignes secondaires ne sont pas clôturées; le gardiennage des passages à niveau n'est établi que dans le voisinage des stations importantes.

En France, les lignes qui ont été concédées comme chemins de fer d'intérêt local postérieurement au 12 juillet 1865 et celles qui d'intérêt général ont bénéficié de la loi du 27 décembre 1880, sont dépourvues de clôtures continues et

dispensées de l'obligation de munir de barrières mobiles les traversées des routes peu fréquentées.

En Italie, on a, d'après la Compagnie de la Méditerranée, « admis dans ces « derniers temps qu'il n'est nécessaire, sur les lignes à faible trafic, d'avoir des « clôtures continues, que lorsque la voie se trouve au niveau de la campagne ».

En Allemagne et en Autriche, les chemins de fer secondaires ne sont et ne doivent pas être munis de clôtures continues et les passages à niveau fermés par des barrières sont en très petit nombre. Dans ces pays, les lois et règlements sur la matière ont un effet rétroactif et les Administrations de chemins de fer ont pu, sur les lignes déclassées, supprimer les clôtures et le gardiennage établis à l'origine ensuite des lois de concession.

En Belgique, les cahiers des charges de concessions antérieures à 186[illegible] n'imposent ni clôtures continues ni le gardiennage des passages à niveau, et la loi du 15 avril 1842, relative à la police sur les chemins de fer, ne contient aucune stipulation à cet égard. Cependant, la généralité des lignes sont munies de clôtures plus ou moins continues, et leurs passages à niveau sont surveillés soit sur place, soit à distance. Par contre, il y a deux lignes dont les cahiers des charges stipulent qu'il n'y aura pas de clôtures, et que les passages à niveau des routes de grande communication seront seuls gardés; ce sont celles de Landen-Ciney, exploitée par l'État, et de Taviers-Embresin, exploitée par le concessionnaire.

Tout récemment, le *chemin de fer de l'État belge* a décidé d'appliquer successivement à toutes les lignes qui seraient déclassées le principe de la suppression des clôtures là où elles ne sont pas reconnues indispensables, et de limiter le gardiennage aux passages à niveau importants ou dont la situation est particulièrement dangereuse.

En ce qui concerne le troisième point de la question, les Administrations dont les réponses sont à mentionner sont les suivantes :

1° *La Compagnie de Paris à Orléans.*

« Il n'existe pas sur la ligne à faible trafic de garde-ligne exclusivement attaché « à la visite et à la surveillance de la voie. Ces opérations sont confiées pour le « parcours de chaque équipe d'entretien aux deux poseurs logés aux extrémités « de ce parcours, lesquels visitent la voie le matin en se rendant au chantier et le « soir en regagnant leur logis. Les mêmes agents assurent l'allumage et l'entre- « tien des signaux. »

2° La *Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée* et l'*État français*, qui n'ont

également pas de gardes-routes spéciaux. A l'Etat français, « sur toutes les lignes « quelle que soit leur importance, la voie n'est visitée que le matin et le soir; « aucun fait, d'après cette Administration, n'est venu démontrer jusqu'ici qu'il y « ait lieu de multiplier ces visites lorsque l'importance des lignes s'accroît »;

3° La *Compagnie de l'Ouest en France*, où la surveillance de nuit peut être supprimée en tout ou en partie sur les lignes d'une importance secondaire où un seul train circule pendant la nuit ou avant le premier train du matin;

4° Le *chemin de fer de l'État russe*, qui a pour règle de ne pas avoir de garde-route spécial lorsqu'il n'y a pas plus de deux trains par jour en marche sur la ligne;

5° Le *chemin de fer hollandais*. Il n'y a que deux visites de la voie par jour; elles sont faites par les agents chargés de l'entretien;

6° Le *chemin de fer de l'État de Finlande*; le chef de la ligne est responsable de l'état de la route et doit visiter sa section, longue de 15 à 20 kilomètres, au moins une fois tous les deux jours. En Allemagne, le règlement du 12 juin 1878 et en Autriche l'arrêté ministériel du 1er août 1883, stipulent que la voie doit être visitée au moins une fois par jour; cette visite se fait dans toutes les Administrations avant le passage du premier train du matin par les piocheurs ou cantonniers se rendant à leur travail.

A l'*État belge*, il n'y a pas de gardes-routes spéciaux sur les lignes secondaires; la voie est visitée par les piocheurs à tour de rôle sur toute l'étendue entretenue par la brigade à laquelle ils appartiennent.

L'arrêté ministériel du 16 octobre 1886 a supprimé pour ces lignes la tournée précédemment obligatoire après le passage du dernier train de la journée et a assimilé à une tournée de garde-route la visite que le piqueur (surveillant, chef de district, etc.) doit faire chaque jour de son poste.

III

Quelle différence existe-t-il entre la superstructure de la voie des deux genres de lignes?

L'entretien de la voie est-il aussi soigné sur les lignes à faible trafic que sur les lignes principales?

Quel nombre d'hommes par 10 kilomètres exige-t-il?

Les Administrations qui ont renseigné pour leurs lignes secondaires une super-

structure essentiellement différente de celle de leurs grandes lignes sont au nombre de quatre :

1° Le *chemin de fer de la Finlande*, qui a adopté pour ses lignes secondaires nouvelles un rail de 22 kilogrammes posé sur traverses de 2 mètres de longueur; sur les grandes lignes, le rail pèse 30 kilogrammes et les traverses ont 2m40 de longueur;

2° Le *chemin de fer de l'État danois*, qui emploie sur ses lignes secondaires un rail en acier de 17k5 et sur ses lignes principales un rail de 31k25; les traverses sont aussi de dimensions moindres sur les lignes secondaires;

3° Le *chemin de fer roumain*. Le rail des lignes secondaires est un Vignole d'acier de 24 kilogrammes; les traverses ont 2 mètres de longueur. Sur les autres lignes, le rail est en acier et de deux types, l'un de 30 kilogrammes, l'autre de 36 kilogrammes et les traverses en chêne ont 2m20.

4° Le *chemin de fer hollandais*, qui emploie sur ses lignes à faible trafic un rail en acier de 25 kilogrammes posé sur traverses au nombre de 10 par rail de 9 mètres de longueur;

5° Le *chemin de fer du Midi* (France), dont les voies principales sont établies avec des rails à double bourrelet en acier de 37k6, ayant 11 mètres de longueur portés sur 14 traverses au moyen de coussinets pesant 14k50; sur les lignes à faible trafic, le rail est en fer de 5m50 de longueur, porté sur 6 traverses, et les coussinets ne pèsent que 10k50.

La *Compagnie de l'Ouest*, qui avait adopté pour ses lignes secondaires un rail en acier de 30 kilogrammes, vient de décider d'employer uniformément le rail à double champignon de 38k75.

A la *Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée* et à l'*État français*, la superstructure est réglée d'après un type uniforme pour les diverses lignes. Toutefois, la première de ces Administrations a été amenée à renforcer certaines voies parcourues par les trains à marche rapide et à ajouter quelques accessoires, selles, éclisses-cornières, ailettes, etc. L'Administration de l'État français estime que si le développement du trafic sur certaines lignes justifiait le renforcement de la voie, il serait préférable d'adopter le système consistant à augmenter seulement le nombre de traverses.

La *Compagnie de la Méditerranée* (Italie), dont les lignes secondaires sont établies, soit avec des rails en fer d'anciens modèles, soit avec des rails en acier de 27 kilogrammes, estime qu'il est préférable d'unifier les types et songe à

adopter pour toutes les lignes le rail de 37 kilogrammes en usage actuellement sur celles à grand trafic.

Aux renseignements qui précèdent, nous pouvons ajouter les suivants :

En Autriche, le *chemin de fer de l'État* et la *Société privilégiée pour l'exploitation des chemins de fer de l'État* ont adopté des voies légères pour les sections sur lesquelles les machines des grandes lignes ne peuvent circuler; il en est de même à l'*État bavarois* et à l'*État saxon*. Ces Administrations emploient respectivement un rail en fer de 28 kilogrammes, un rail en acier de 21k25, un rail en acier de 24k35 et un rail en acier de 18 kilogrammes. Ce dernier, qui appartient à l'État bavarois, est posé sur des longrines Hilf. Toutes ou presque toutes les autres Administrations allemandes et autrichiennes préfèrent employer pour toutes leurs lignes un rail de même type; plusieurs réservent à cet effet pour les lignes secondaires les rails retirés pour cause d'usure des lignes principales, d'autres font porter les rails sur un nombre de supports moindre ou encore prennent des rails et des traverses de second choix.

A l'*État belge*, on utilise autant que possible, dans les réfections à faire sur les lignes secondaires, les rails retirés des voies principales dès que leur usure atteint une certaine limite.

Sur les lignes secondaires, les rails peuvent s'user de 15 millimètres, tandis que sur les lignes parcourues par les express internationaux l'usure dépasse rarement 6 à 7 millimètres. L'État belge compte de plus, à l'avenir, pouvoir, sur les lignes secondaires sur lesquelles ne circuleront que des locomotives ne dépassant pas 10 tonnes par essieu, porter l'espacement moyen des traverses à 1 mètre. Cet espacement est de 75 centimètres sur les lignes à grands express.

La plupart des Administrations soignent l'entretien de leurs lignes à faible trafic aussi bien que celui de leurs autres lignes. Les Administrations françaises admettent cependant que l'on peut se montrer moins sévère pour les lignes secondaires.

Le nombre d'hommes par kilomètre sur les lignes principales et sur les lignes secondaires est de :

1	et 0.8	sur le	*chemin de fer du Midi*;	
1	et 0.75	—	—	*de l'Ouest*;
0.75	et 0.5	—	—	*de l'État*;
1	et 0.5	—	—	*de Paris-Lyon-Méditerranée*;
3.6	et 0.65	—	—	*du Great Northern*.

Les Compagnies qui ont poussé le plus loin la réduction du nombre d'agents sont les suivantes :

Chemin de fer de l'État-danois . .	0.4	par kilomètre.
Chemin de fer hollandais. . . .	0.4	—
État de Finlande	0.32	—
Chemins de fer orientaux . . .	0.3	—

A la *Compagnie du Nord*, on avait précédemment partout 1.5 homme par kilomètre; ce chiffre est également réduit pour les lignes secondaires à 0.75 et dans quelques cas à 0.50.

En Autriche et en Allemagne, on pose en principe que l'état d'entretien de la voie doit être en rapport avec la plus grande vitesse autorisée pour la ligne (au maximum 30 kilomètres).

L'entretien est donc moins soigné que celui des lignes principales et il n'exige en général que 0.3 homme par kilomètre. En Saxe et en Bavière, ce chiffre peut même descendre à 0.2.

A l'*État belge*, les instructions prescrivent la proportion de 0.3 pour autant que la chose soit possible, eu égard au profil de la ligne, au nombre des trains qui la desservent, au poids des moteurs employés, etc., etc.

IV

Comment est organisé le service des signaux sur les lignes à faible trafic? Protège-t-on par des signaux fixes toutes les stations ou seulement celles où se font régulièrement des croisements? Y a-t-il des signaux avancés et d'autres plus rapprochés? A quelle distance place-t-on ces signaux? Sur les lignes où les stations ayant des croisements réguliers à assurer sont seules couvertes par des signaux fixes, que fait-on lorsqu'exceptionnellement un croisement doit avoir lieu dans une station non couverte par des signaux?

Quatre Administrations seulement renseignent des simplifications très grandes dans le système des signaux fixes protégeant les stations et haltes de leurs lignes secondaires.

1° Le *chemin de fer hollandais* ne couvre que les stations de bifurcation et les stations intermédiaires qui ont une grande importance. Il n'y a dans chaque sens qu'un signal unique établi à 100 mètres (minimum) du changement de voie

extrême. Lorsqu'il faut faire un croisement dans une station non munie de signaux fixes, on se sert du télégraphe ou de signaux à main, drapeaux, lanternes, qu'on place à la distance voulue;

2° Le *chemin de fer de l'État de Finlande* met des sémaphores aux stations de croisement et de bifurcation. Quand un croisement doit se faire dans une station non munie de sémaphores, on se sert de signaux à main, drapeaux ou lanternes;

3° L'*État danois et* 4° l'*État roumain* munissent toutes les stations de sémaphores, mais sur les lignes secondaires ceux-ci ne sont pas doublés par des signaux avancés.

La *Compagnie du Midland* exploite quelques-unes de ses lignes secondaires à l'aide du *Staff-system* et n'y établit aucun signal fixe. Plusieurs autres Compagnies anglaises suivent le même système.

Les *chemins de fer orientaux* renseignent la particularité suivante :

Sur quelques lignes, chaque station est protégée par des signaux fixes; sur d'autres, il n'y a que les stations de croisement qui soient couvertes par des signaux avancés placés à 400 ou 500 mètres.

Il en est ainsi depuis la construction de ces lignes sans que la nature de celles-ci présente des différences fondamentales. On se sert du télégraphe chaque fois qu'on doit faire croiser des trains dans des gares non munies de signaux fixes.

Au *chemin de fer de l'État français*, les stations qui peuvent effectuer des croisements sont munies de signaux avancés identiques à ceux des grandes lignes; là où il y a bifurcation à la gare, ces signaux avancés sont doublés de signaux d'arrêt absolu.

La *Compagnie de l'Ouest* (France) n'établit pas de signaux aux abords des stations sur les lignes exploitées en navette, et sur les autres lignes secondaires elle a supprimé les signaux d'arrêt absolu et n'a conservé que les signaux avancés. Les haltes ne sont pas protégées par des signaux fixes alors même qu'elles sont ouvertes à tous les services.

En Autriche, on ne rencontre de signaux d'arrêt qu'aux abords des stations où s'effectuent régulièrement des croisements, et sur certaines lignes ces stations sont les seules qui soient reliées par le télégraphe.

En Allemagne, on ne rencontre que des signaux indicateurs de position d'aiguilles pour les excentriques d'entrée des stations, et, encore, seulement dans celles

de croisement; les signaux ordinaires, les appareils de block-system, les sonneries de route établis primitivement ont été supprimés lors du déclassement de ces lignes et utilisés ailleurs.

A l'*État belge*, toutes les stations et bifurcations des lignes principales sont protégées dans chaque sens par deux signaux; un disque ou un sémaphore d'arrêt placé à 60 mètres du point dangereux, et un signal à distance muni de sonnerie trembleuse placé à 700 mètres au moins du premier signal. A l'avenir, sur les lignes secondaires, les disques d'arrêt seront supprimés, les signaux à distance pourront n'être éloignés que de 300 mètres du point dangereux, à moins que le profil de la ligne ne demande une distance plus grande, et les sonneries trembleuses de ces signaux seront supprimées.

Sur les lignes exploitées en navette, tous les signaux indistinctement doivent être enlevés.

V

Emploie-t-on pour la remorque des trains sur les lignes à faible trafic les mêmes machines que celles des grandes lignes ou des machines plus légères, et dans ce cas quel est leur poids par essieu?

Les tourne-t-on aux extrémités des parcours sur les plaques tournantes qui servent au virage des wagons?

Les Administrations qui emploient des machines spéciales plus légères que celles de leurs grandes lignes sont les quatre suivantes :

1° Le *chemin de fer hollandais*, qui emploie des machines-tenders à deux essieux pesant 10 tonnes par essieu en ordre de marche. On ne tourne pas ces machines à l'extrémité de leurs parcours;

2° L'*État roumain*, qui met en service des machines-tenders à trois essieux couplés pesant en ordre de marche 27 tonnes réparties uniformément. Ces machines sont généralement tournées à l'extrémité de leurs parcours;

3° L'*État de Finlande*, qui emploie sur les lignes à superstructure légère des machines spéciales dont le poids par essieu ne dépasse pas 7 tonnes; elles sont tournées à l'extrémité de leurs parcours;

4° L'*État danois*, qui emploie sur ses lignes à faible trafic des machines plus légères, pesant au maximum 6 tonnes par essieu [1].

[1] Voir *Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, année 1884, p. 108.

Les réponses suivantes sont encore à noter.

En principe, le chemin de fer de l'*État français* emploie, sur ses sections à faible trafic, des locomotives-fourgons à trois essieux dont deux couplés, sauf à faire desservir dans chaque sens un train de marchandises-voyageurs par une machine plus puissante; les poids se répartissent pour la machine-fourgon de la façon suivante : 9 tonnes pour l'essieu-moteur, 7t9 pour chacun des deux autres essieux. Ces machines-fourgons sont tournées sur les plaques servant au virage des wagons.

Les locomotives-tenders utilisées par la *Compagnie de la Méditerranée* (Italie), sur ses lignes secondaires, pèsent 29 tonnes réparties comme suit : 10t5 sur chaque essieu accouplé, 8 tonnes sur l'essieu d'avant (porteur). Elles sont toujours virées et ce virage peut être fait sur les plaques qui servent à tourner les wagons.

Au *chemin de fer de la Baltique*, on emploie les mêmes machines que celles des grandes lignes; il n'est fait exception que pour deux lignes : sur l'une, les trains sont composés d'un « wagon-locomotive » pouvant remorquer jusque cinq voitures; sur l'autre, la remorque des trains se fait par des machines-tenders.

La *Compagnie de la Flandre occidentale* (Belgique) fait usage sur deux lignes à faible trafic, comme service supplémentaire, de voitures à vapeur dont les poids sur les essieux varient de 5,600 à 7,100 kilogrammes.

L'*État belge* a décidé de faire remorquer les trains de voyageurs sur les lignes à faible trafic par des machines pesant en moyenne 9 tonnes par essieu et les trains de marchandises par des machines ne pesant pas plus de 10 tonnes par essieu. Actuellement, l'essai porte sur trois espèces de trains :

1° Une voiture à vapeur avec caisse à trois classes;

2° Une voiture à vapeur avec moteur plus puissant, compartiment à bagages de plus grandes dimensions et compartiment à voyageurs de 3e classe, remorquant deux à quatre voitures sur rampe de 6 millimètres.

3° Une locomotive-fourgon pouvant remorquer jusque six voitures sur les lignes à rampe moyenne de 10 p. c.

L'Administration fait en outre construire une machine-tender à trois essieux couplés qui permettra l'exploitation des lignes les plus accidentées avec la charge maxima des trains circulant sur les lignes secondaires.

Les Administrations allemandes et autrichiennes ont toutes, ou presque toutes, adopté, pour l'exploitation de leurs lignes à faible trafic, des machines dont le

poids par essieu est inférieur à 10 tonnes, et la *Société privilégiée Austro-Hongroise* a même adopté un type de locomotive à quatre essieux pour certaines de ses lignes qui ont un profil difficile et un mouvement relativement important de marchandises.

Il serait trop long de citer tous les types de machines en usage dans ces pays; nous pouvons nous borner, pour ce qui concerne les types admis par l'Etat prussien pour ses lignes secondaires, à renvoyer au numéro de juin 1885 de la *Revue générale des chemins de fer*.

Toutes les locomotives n'ont qu'un faible empatement, de façon à pouvoir être virées aux extrémités de leurs parcours sur les plaques tournantes des wagons.

VI

Le système des voitures employées est-il différent de celui des grandes lignes quant au type des voitures et quant à leur poids par place assise?

Une seule Administration renseigne un matériel spécial, c'est le *chemin de fer hollandais*. Les trains n'ont que des 2e et 3e classes, les voitures sont à couloir avec plate-forme à chaque extrémité pouvant recevoir des voyageurs. Les 3e classes ont 40 places assises et 10 debout, les mixtes 2e et fourgon ont 12 places assises et 5 debout.

Les voitures de 3e classe pèsent 6,400 kilogrammes, ce qui donne 128 kilogrammes par voyageur en y comprenant les places debout et 160 kilogrammes si l'on ne considère que les places assises.

Les voitures mixtes pèsent 6,000 kilogrammes.

La *Compagnie de la Méditerranée* [illegible] répond que le type des voitures est en général le même que sur les grandes lignes et qu'il y a un petit nombre de voitures type américain ainsi que d'autres à deux étages employées pour le service local de certaines lignes.

Les autres Administrations emploient sur leurs lignes à faible trafic des voitures de même type que celles des grandes lignes, seulement elles réservent pour celles-ci les voitures les plus neuves et les plus confortables.

Le *chemin de fer de la Baltique* n'a que deux types : des voitures mixtes de 1re et 2e classes et des voitures de 3e classe.

Les Administrations autrichiennes et allemandes suivent toutes ou presque toutes, dans la construction de leur matériel pour lignes secondaires, le type à couloir central, et quelques-unes, qui ont une très grande réserve de voitures d'ancien

ciens types à compartiments, en ont transformé un certain nombre en voitures à couloir par le placement de portes dans les cloisons intermédiaires et d'about.

Le poids de ces voitures pour la 3e classe est en moyenne par place assise de 160 kilogrammes.

En Allemagne, on n'admet en général, dans un but de simplification, que deux classes dans les trains des lignes secondaires, des 2e et 3e classes; il est rare d'avoir des 1re classe et encore plus rare d'avoir des 4e classe.

En Autriche, l'on cherche aussi à réduire le nombre des classes; cependant, les cas d'emploi de compartiments de 1re classe sont plus fréquents; les voitures de 4e classe n'y sont guère connues.

On trouvera dans la *Revue générale*, numéro de mai 1885, les dispositions des voitures à couloir à 5 mètres d'écartement d'essieux adoptées par le gouvernement prussien pour les lignes secondaires. Les annales de Glaser en publient une collection complète où l'on trouve réunies les planches qui ont paru dans différents numéros de l'année 1884.

Le *Compagnie du Nord* (France) emploie également sur quelques-unes de ses lignes secondaires des voitures à couloir. Certaines de ces voitures ont été réunies deux à deux par un assemblage spécial dû à M. l'ingénieur en chef Bricogne, de façon à constituer un véhicule unique de 70 à 80 places des trois classes [1]. Sur d'autres lignes, la Compagnie emploie des voitures d'anciens types qu'on a transformées en voitures à intercommunication en pratiquant des portes dans les cloisons intermédiaires et d'about et en condamnant un certain nombre de portières latérales.

La *Compagnie de l'Ouest* a organisé sur quelques lignes à faible trafic des trains-tramways avec des voitures à deux essieux comportant 1re classe, 2e classe, 3e classe et fourgon et contenant 75 places.

Le *chemin de fer de l'État belge* a admis également que l'exploitation de ses lignes secondaires se ferait dans des conditions plus économiques par l'emploi du matériel à couloir, et il a mis en service des voitures de ce type complètement neuves, des voitures comprenant de nouvelles caisses à couloir sur d'anciens châssis, enfin des voitures à compartiments d'anciens modèles transformées en voitures à intercommunication par le percement de portes dans les parois intermédiaires et les parois d'about.

[1] Voir le travail déjà cité de M. Cossmann, dans les *Mémoires des ingénieurs civils de France* (mars 1887).

Le poids, par place assise, des voitures neuves de 3e classe, est de 160 kilogrammes environ.

VII

Est-il obligatoire d'avoir une voiture de sécurité entre la locomotive et la première voiture dans laquelle il y a des voyageurs?

Les règlements de presque toutes les Administrations imposent l'intercallation d'une voiture de choc entre la locomotive et la première voiture contenant des voyageurs. Plusieurs Compagnies françaises n'ont pas modifié leur règlement sous ce rapport, bien qu'elles puissent être autorisées par des arrêtés ministériels pris en exécution du décret du 20 mai 1880 à faire circuler des trains composés d'une à six voitures toutes réservées aux voyageurs, c'est-à-dire sans véhicule de choc, lorsque la locomotive ainsi que les voitures sont munies d'un frein continu. Les *Compagnies du Nord* et de l'*Ouest* ont organisé des trains composés de cette façon sur plusieurs *de leurs sections secondaires*; lorsque les voitures ne sont pas munies de frein continu, la Compagnie de l'Ouest n'applique la mesure qu'aux trains composés d'une à trois voitures. Quant à l'*État français*, il a supprimé le véhicule de choc à tous les trains remorqués par des locomotives fourgons.

Les règlements du *Midland* et du *Great Northern* autorisent à mettre un véhicule à voyageurs immédiatement derrière la machine, mais les deux premiers

VIII

Quel est le personnel qui accompagne les trains sur les lignes à faible trafic? – t-on notamment essayé de supprimer le chauffeur et de faire desservir la achine par un machiniste seul?

Le *chemin de fer hollandais* fait desservir ses trains sur les lignes secondaires r trois agents, un machiniste, un apprenti-chauffeur et un garde. L'Administra-n a essayé pendant un certain temps de confier la locomotive à un machiniste ul. Le machiniste pouvant venir à faire défaut, elle a cru devoir mettre un cond agent sur la machine; mais au lieu d'un chauffeur, elle se contente d'un de (garçon de 15 à 16 ans), auquel elle ne donne qu'un faible salaire.

En France, la *Compagnie du Nord*, celle de l'*Ouest* et le *chemin de fer de État* font desservir leurs trains de lignes secondaires par trois agents, un méca-cien, un chauffeur et un garde. La Compagnie du Nord, dans les trains n'ayant u'une seule voiture, munis d'un frein continu et possédant l'intercommunication vec la machine, supprime de plus le chauffeur; la Compagnie de l'Ouest le sup-rime dans les mêmes conditions, dans les trains composés d'une ou deux voi-ures; l'État fait de même pour les trains remorqués par des locomotives-fourgons.

Le personnel des trains sur les *Compagnies du Midland* et du *Great Northern* e comprend également que trois agents lorsque la composition ne dépasse pas 0 véhicules, un machiniste, un chauffeur et un garde.

Les trains du chemin de fer de l'*État danois* ne comprennent qu'un machiniste, n chauffeur et un garde tant que le nombre de véhicules ne dépasse pas huit.

En Autriche, l'ordonnance du 1er août 1883 permet la suppression du chauffeur, orsque l'inspection générale n'y voit pas d'inconvénient.

La *Nordwestbahn* profite de cette disposition et fait desservir ses trains par un nachiniste et un garde.

Le *chemin de fer de l'État* et la *Sudbahn* ont pratiqué le même système pen-lant un certain temps; mais ils ont cru par la suite devoir rétablir le chauffeur our le même motif que celui qui a amené le chemin de fer hollandais à placer un econd agent sur la machine.

Les règlements de l'Administration des *chemins de fer de l'Alsace-Lorraine* autorisent soit la suppression du chauffeur sur les lignes secondaires, soit l'utili-sation de cet agent pour aider le garde dans sa besogne; toutefois, cette mesure n'a pas jusqu'ici reçu d'application.

Au chemin de fer de l'*État belge*, l'arrêté du 16 octobre 1886 stipule que le personnel appelé à desservir les trains de voyageurs à faible trafic comprend un machiniste, un apprenti-chauffeur et un garde.

Le chauffeur a été supprimé sur les trains formés par une seule voiture à vapeur.

Nous devons faire remarquer, au sujet du point spécial qui nous occupe, que la continuité du frein est appliquée d'une façon à peu près générale au matériel voyageurs sur toutes les Compagnies et que c'est ainsi que le nombre de celles ont été amenées à supprimer le serre-frein tout au moins sur leurs lignes à faible trafic.

IX

Le garde est-il quelquefois obligé de délivrer des coupons en cours de route et d'accepter des bagages à des passages à niveau où l'on n'a pas actuellement de service spécial de distribution de coupons ?

Les Administrations qui font délivrer des billets dans les trains par les gardes sont les suivantes :

Le *chemin de fer hollandais*; le garde délivre tous les coupons en cours de route et accepte les bagages.

Le coupon est d'un modèle spécial par ligne et donne le nom de tous les points de la section où les trains font ou peuvent faire arrêt;

L'*État de Finlande*; les gardes délivrent des billets aux voyageurs montant aux points d'arrêt établis à des passages à niveau; il accepte de même des bagages, mais ceux-ci sont enregistrés à la gare suivante;

La *Flandre occidentale* (Belgique); les gardes délivrent des billets d'un modèle spécial aux voyageurs montant aux points d'arrêt établis à des passages à niveau, mais ils n'y acceptent pas les bagages.

La *Compagnie des chemins de fer orientaux* procède à certaines haltes desservies par un aiguilleur de la façon suivante : les voyageurs qui veulent prendre place dans un train s'arrêtant à ces haltes sont admis sans billet, à condition d'être présentés au chef de train par l'aiguilleur. Le chef de train inscrit dans la feuille de marche le nombre et la destination de ces voyageurs, ainsi que la classe de voiture dans laquelle ils sont montés.

A la première station d'arrêt du train, les voyageurs sont consignés à l'employé

de service, qui perçoit de chacun d'eux la taxe complète afférente au parcours effectué.

Une marche analogue est suivie pour l'acceptation et l'enregistrement des bagages et des chiens.

Le *Chemin de fer de la Sicile* fait également distribuer par le garde des billets en cours de route à certains points d'arrêt, mais cette mesure est spécialement appliquée aux trains suburbains.

On procède de même sur les lignes de l'*Ouest*, du *Nord* et de l'*Est français*, pour les trains-tramways formés d'une ou de deux voitures.

M. Cossmann donne dans les *Mémoires de la Société des ingénieurs civils* de France [1] les modèles de coupons spéciaux employés à titre d'essai sur différentes lignes de ces deux dernières Compagnies.

L'Administration des *chemins de fer de l'État saxon* et celle de l'*État de Bavière* font délivrer généralement les coupons dans le train. Le garde y accepte également les bagages et les expéditions à grande vitesse de 50 kilogrammes au moins; il les enregistre au fourgon du train pendant les stationnements.

En Autriche, la distribution des coupons dans le train et l'acceptation par le garde des colis de faible poids, sont moins fréquentes qu'en Saxe et en Bavière; cependant, tous les chemins de fer autrichiens admettent également ces mesures sur certaines de leurs lignes secondaires.

Les coupons sont du système Elmonson en Saxe et à la *Nordwestbahn* en Autriche; ils sont d'un modèle spécial par ligne, en Bavière et à la *Société privilégiée des chemins de fer de l'État* en Autriche; ce sont des coupons-valeurs dans le dernier pays, au *chemin de fer de l'État* et à la *Sudbahn*.

X

Sur les lignes à faible trafic, les gares et haltes intermédiaires sont-elles dirigées par des fonctionnaires ou des agents subalternes? N'a-t-on pas cherché à réduire encore le personnel de ces haltes, en faisant coopérer les gardes et serre-freins des trains de marchandises en passage aux manœuvres des excentriques, à celles de chargement et de déchargement des colis, etc.?

Au *chemin de fer hollandais*, il n'y a aux gares et haltes intermédiaires que

[1] Voir le numéro de mars 1887.

le garde ou chef de station, qui parfois est assisté pendant cinq à six heures par jour par un ouvrier recevant dix centimes par heure. Le personnel des trains en passage est tenu d'aider aux manœuvres de toute espèce de la halte.

En France, les Compagnies ainsi que l'État ont beaucoup de leurs haltes dirigées par des agents subalternes; les haltes ouvertes seulement à la grande vitesse sont souvent dirigées par une femme, dont le mari est agent de la voie ou dépend d'un service public; les agents des trains en passage doivent généralement participer à toutes les manœuvres de la halte.

Sur le réseau du *Great Northern*, les agents des trains de marchandises en passage sont tenus de coopérer aux manœuvres de wagons dans les haltes ouvertes à la petite vitesse.

Il en est de même sur le réseau de l'*État de Finlande*, de l'*État russe*, des *chemins de fer italiens*, des *chemins de fer orientaux*, du *Grand Central Belge*, du *Nord de l'Espagne*, de l'*État danois*. Mais sur ces lignes, les gardes et serre-freins des trains de marchandises ne participent qu'aux manœuvres de chargement et de déchargement des colis et non à celles des excentriques.

En Allemagne et en Autriche, on est allé très loin dans la réduction du personnel des haltes intermédiaires; beaucoup d'entre elles sont desservies uniquement par un agent de la voie (le garde-excentrique) et parfois même, comme nous le verrons plus loin, les haltes sont dirigées par des personnes étrangères à l'Administration (en Saxe et en Bavière).

Il est inutile d'ajouter que les agents des trains doivent coopérer largement à toutes les manœuvres des haltes.

XI

Les trains sur les lignes à faible trafic sont-ils mixtes ou a-t-on trouvé avantage à séparer le service des voyageurs de celui des marchandises?

Comme nous l'avons dit à propos de la question I, la plupart des réseaux de chemins de fer n'emploient que des trains mixtes.

La *Compagnie du Midi* (France), qui avait essayé la séparation des deux services à voyageurs et à marchandises, en est revenue aux trains mixtes.

Par contre, la *Compagnie du Nord français* et celles *de l'Ouest* et *de l'Est français*, en adoptant un matériel spécial pour le service des voyageurs et en profitant des tolérances accordées en ce cas par les règlements, ont pu réduire le coût du train-kilomètre à voyageurs au point de trouver avantage à séparer sur

certaines lignes les deux services, tout en en créant un supplémentaire de marchandises seulement. Cette modification a en outre pour résultat d'améliorer le service des voyageurs en diminuant la durée du parcours.

L'Administration des *chemins de fer de l'Alsace-Lorraine* est entrée dans la même voie et elle aurait reconnu après essais qu'il y a avantage à séparer les deux services aussi longtemps que celui des marchandises peut être assuré par un seul train dans chaque sens.

En tout temps d'ailleurs, les Administrations allemandes utilisent les trains de voyageurs des lignes secondaires pour le transport de wagons ne faisant que transiter ou bien destinés à une station où il y a un arrêt de quelque durée.

Au *chemin de fer de l'État belge*, l'instruction encore récente du 16 octobre 1886 recommande également la séparation des services de voyageurs et de marchandises; des essais vont se faire dans ce sens sur plusieurs lignes secondaires desservies actuellement par des trains mixtes.

XII ET XIII

Organise-t-on sur ces lignes des trains de nuit et, dans la négative, vers quelle heure le service commence-t-il le matin et finit-il le soir?

Limite-t-on le nombre des trains au strict nécessaire ou bien cherche-t-on à l'augmenter pour assurer le plus de correspondances possible aux points extrêmes?

Aucune Administration ne fait circuler sur ses lignes secondaires des trains de nuit, à l'exception de deux ou trois, pour des cas spéciaux.

Presque toutes les Compagnies ont une durée de service de 15 à 16 heures, commençant généralement à 6 heures du matin.

Sur le *Midland*, la durée est réduite à 12 heures; la circulation des trains est comprise entre 8 heures du matin et 8 heures du soir.

Le *Great Northern* suit la même règle, sauf pour quelques lignes où par exception on a dû organiser des trains de nuit.

Le nombre de trains est partout limité au strict nécessaire.

Les Administrations françaises sont forcées par leurs convention de mettre en marche trois trains par jour dans chaque sens, ce qui, pour certaines lignes, dépasse les besoins.

Autant que possible, les horaires de ces trains sont fixés de façon à établir des correspondances aux points d'attache avec les lignes principales.

M. A. Jacqmin, inspecteur général de la Compagnie de l'Est, dans sa note déjà citée sur le chemin de fer de l'Etat suédois, donne le renseignement suivant :

« Le nombre des trains est réduit au strict nécessaire; lorsqu'un train suffit « pour desservir une ligne, on n'en emploie pas deux. Sur la grande ligne de « Stockholm à Drontheim, pendant huit mois de l'année, les trains s'arrêtent « 6 heures du soir; on a jugé inutile de faire la dépense d'un service de nuit « pour assurer le passage d'un train unique ne renfermant que quelques rares « voyageurs. »

On peut rapprocher de ce qui précède le fait suivant :

La *Compagnie du Staatsspoorweg*, obligée par le gouvernement hollandais d'établir sur une de ses lignes secondaires un train de nuit pour assurer une correspondance aux voyageurs venant de l'intérieur, s'est exécutée tout en maintenant la suppression du service de nuit pour les agents de la voie et des stations.

XIV

L'Administration a-t-elle confié à des particuliers ne faisant pas partie de son personnel la gestion de certaines haltes ouvertes, soit au service des voyageurs, soit à celui de grosses marchandises seules, soit enfin à plusieurs services?

A quelle espèce de particuliers s'est-elle adressée et peut-elle communiquer la formule des contrats qu'elle passe avec ces particuliers? — Comment ceux-ci sont-ils rétribués et de quels moyens l'Administration dispose-t-elle pour surveiller et diriger les opérations de ces particuliers et contrôler leurs recettes?

La *Compagnie de la Méditerranée* (Italie) donne les renseignements suivants :

L'Administration n'a confié la gestion du service des voyageurs à des particuliers qui ne font pas partie de son personnel que dans certaines haltes de bien peu d'importance.

Les conditions imposées aux entrepreneurs sont les suivantes :

Acheter au comptant un certain nombre de billets à la gare la plus voisine et les distribuer aux voyageurs;

Assister personnellement à l'arrivée et au départ des trains qui font arrêt à la halte;

Envoyer chaque jour à la gare voisine les billets retirés la veille.

Dans certaines haltes, les entrepreneurs font aussi le service des bagages et des chiens au moyen de billets spéciaux pour certaines gares voisines.

Ces billets aussi doivent être payés au comptant.

Les entrepreneurs sont rétribués par une provision sur le prix des billets débités.

Le *chemin de fer hollandais* confie le service des haltes pour voyageurs, établies à des passages à niveau non gardés par un agent de l'Administration, à des particuliers habitant le voisinage. Toutefois, ces particuliers ne distribuent pas les coupons, ceux-ci étant délivrés dans le train. Leurs prestations se bornent à donner le signal d'arrêt aux trains lorsqu'il y a des voyageurs qui désirent les prendre, et à recueillir les coupons des voyageurs qui en descendent.

La Compagnie ne passe pas de contrat avec ces particuliers, ouvriers, paysans, etc. Ceux-ci touchent au maximum 50 florins par an, dont 20 environ payés par la Compagnie et le restant par les communes intéressées.

Le *chemin de fer de l'État russe* étudie l'introduction sur ses lignes de mesures analogues.

Les *directions prussiennes* confient la gestion de plusieurs de leurs points d'arrêt à des personnes étrangères à l'Administration, habitant le voisinage, et principalement à des cabaretiers. Ceux-ci mettent à la disposition du public une place de leur habitation pour servir de salle d'attente et distribuent les coupons. Ils doivent, à cet effet, se munir à la station voisine d'une provision de coupons qu'ils payent comptant et versent, en garantie de l'exécution de leurs diverses obligations, un cautionnement qui peut atteindre 600 marcs (750 francs).

En *Saxe* et en *Bavière*, on a confié la gestion des haltes ouvertes à tous les services, à des particuliers : cabaretiers, hommes de métier, employés communaux. Ils sont rémunérés à l'aide de taxes supplémentaires qu'ils sont autorisés à percevoir pour toute marchandise reçue ou expédiée à la halte. Ce particulier, appelé *Güteragent* en Saxe et *Haltesteller* en Bavière, est lié vis-à vis de l'Administration par un contrat qui l'oblige à être présent lorsque des trains stationnent ou manœuvrent dans sa gare, à veiller à la réception et à l'expédition des colis, à aider aux manœuvres des wagons ou des trains. Ce contrat le rend responsable vis-à-vis de l'Administration du payement du prix des transports reçus à la halte et le soumet à toutes les instructions relatives aux lignes secondaires; tous les deux jours, l'Administration fait vérifier ses écritures et les recettes qu'il a perçues; il verse un cautionnement pouvant aller jusque 300 marcs.

L'Administration se réserve dans tous les cas le droit de résilier le contrat quand elle le juge utile et opportun. Nous avons vu en Bavière une halte gérée par une jeune fille de 20 ans, enfant d'un cabaretier voisin, qui expédie par an plus de 6,000 wagons provenant d'un établissement raccordé.

XV

Nous devons maintenant compléter les réponses qui précèdent par l'indication des mesures que plusieurs Administrations ont prises pour simplifier la surveillance et le contrôle des différents services, la correspondance intérieure, les écritures de diverses natures, etc., et par suite diminuer les dépenses qui en résultent.

Au *chemin de fer hollandais*, en *Bavière* et en *Saxe*, la surveillance de tous les services, voies, traction, exploitation, est confiée à un fonctionnaire unique qui relève de l'Administration supérieure.

On évite de cette façon sur ces lignes les correspondances qui sur d'autres s'échangent entre les fonctionnaires locaux de la voie, de la traction et de l'exploitation.

A la *Compagnie Veneta* (Italie), à la tête de chaque ligne, quelle que soit son importance, se trouve un fonctionnaire unique, chargé de tous les services.

La *Compagnie du Nord* a divisé ses lignes au point de vue du service de l'exploitation en deux réseaux, dont l'un ne comprend que les lignes secondaires, et celles-ci sont réparties en plusieurs groupes à la tête desquels se trouvent des inspecteurs.

Ces fonctionnaires surveillent spécialement tout ce qui a rapport au service des stations et des trains et proposent à l'Administration centrale les mesures qui peu-

réception et l'expédition des marchandises se font, lorsqu'il s'agit de haltes desservies par des particuliers, par les stations dont elles relèvent.

La *Compagnie du Nord* assimile au point de vue du mouvement intérieur des wagons, chaque groupe de lignes secondaires à une station unique, et les stations de contact avec les grandes lignes sont seules chargées de tenir les attachements relatifs au parcours des wagons sur les groupes.

En vue d'éviter des maniements de fonds dans les haltes desservies par des particuliers, les *Administrations bavaroises et saxonnes* ont recommandé de faire les expéditions en port à percevoir, et prescrivent aux stations de faire expédier en port perçu les marchandises qui leur sont remises pour ces haltes.

La Compagnie des *chemins de fer orientaux* suit une marche analogue pour les marchandises reçues ou expédiées par les haltes desservies par des aiguilleurs.

Le faible mouvement sur les lignes secondaires permet en général un contrôle plus simple des recettes et des matières, une grande simplification des écritures et par suite une réduction du personnel chargé de les dresser.

Les relevés périodiques peuvent, en effet, être dressés moins fréquemment, certains peuvent même être supprimés, etc.

Comme exemple des résultats auxquels on peut arriver par une simplification d'écritures, citons ce fait que la *Compagnie du Nord* a vu ses dépenses d'imprimés seules diminuer ainsi d'environ 200,000 francs.

Résumé.

On peut déduire de ce qui précède les mesures spéciales prises par diverses Administrations et Compagnies de chemins de fer, en vue de simplifier le service et de diminuer les dépenses des lignes à faible trafic et qui visent à peu près toutes les branches de l'exploitation.

Elles forment un ensemble complet et nous les récapitulons dans l'ordre indiqué par leur enchaînement en mettant en évidence les mesures fondamentales ou qui caractérisent plus particulièrement le mode d'exploitation qui en résulte.

La réduction de la vitesse des trains autorise :

La ***suppression des clôtures,***
La ***suppression du gardiennage*** des passages à niveau,
La ***simplification des signaux.***

Les mesures suivantes :

Suppression de la voiture de choc dans les trains de voyageurs [illegible] tion limitée,

Emploi de voitures mixtes principalement pour les classes les moins demandées,

Suppression des compartiments spéciaux (dames et non fumeurs),

Diminution du nombre des classes principalement par la suppression de la 1re et de la 4e,

Tendent toutes à la *réduction de la charge des trains de voyageurs.*

La réduction de la vitesse et celle de la charge des trains permettent *l'emploi de moteurs moins puissants et ne pesant pas plus de 10 tonnes par essieu,* sans devoir pour cela augmenter d'une façon gênante le nombre des essieux.

Les trois mesures fondamentales précédentes rendent possibles :

Une superstructure plus économique de la voie;

La réduction du nombre des agents permanents chargés de l'entretien ordinaire de la voie;

Une simplification dans les installations des stations;

L'adoption d'un petit nombre de types de matériel à mettre en œuvre dans les voies;

Une diminution dans les frais de surveillance de la voie;

Une diminution dans les frais d'achat, d'entretien et de réparation de moteurs;

Une diminution dans les dépenses de consommation en charbons et huile de graissage pour locomotives.

La possibilité de supprimer le chauffeur ou tout au moins de le faire coopérer également à d'autres travaux étrangers à la conduite de la locomotive et de réduire son emploi à celui de *simple apprenti-chauffeur.*

Cette dernière mesure jointe aux suivantes :

L'emploi de voitures à couloir permettant de faire desservir par un seul garde chargé du contrôle des coupons, des trains ayant jusque 8 voitures;

Le déclassement des stations peu importantes;

[illegible] des agents des trains (serre-freins des trains de marchandises, [illegible] manœuvres d'aiguilles, de manutention des colis, e[illegible],

La gérance par des particuliers de certaines haltes peu importantes;

La distribution des coupons dans les trains; la délivrance des coupons à certains points d'arrêt, soit par *la femme d'un agent* logé à proximité, soit par *un particulier*, conduisent à la quatrième mesure bien caractéristique, ***la réduction du personnel des trains et des stations.***

Une mesure fondamentale qui ne dépend d'aucune autre, mais dont l'influence réagit sur tous les services, est : ***la suppression du service de nuit et la réduction du nombre de trains endéans une durée de temps journalière telle qu'il ne faille recourir pour le personnel permanent, ni à des prestations exagérées, ni à des doubles équipes.***

La suppression des trains mixtes est un moyen qui peut parfois permettre de pousser plus loin les économies du service de la voie, ainsi que d'obtenir une meilleure utilisation du matériel et du personnel des trains.

Dans l'ordre administratif, nous citerons comme point fondamental ***une organisation administrative des lignes secondaires plus simple*** que celle des grandes lignes et en rapport avec leur mouvement et la nature de leur trafic, ainsi que les mesures qui en dérivent :

Simplification du contrôle des recettes et des matières;

Réduction des écritures des stations et haltes.

Nous citerons aussi les mesures suivantes, qui, sans être des simplifications, peuvent contribuer à diminuer les dépenses d'exploitation des lignes à faible trafic :

La spécialisation par ligne du personnel des trains;

L'octroi de primes pour encourager le personnel et lui faire produire une plus grande somme de travail;

L'établissement d'un compte particulier de dépenses et de recettes pour chaque ligne;

La publication d'un tableau comparatif de ces comptes particuliers.

Bruxelles, le 6 août 1887.

DISCUSSION EN SECTION

(3e et 5e SECTIONS RÉUNIES)

Séance du 21 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. HEURTEAU, PRÉSIDENT DE LA 5e SECTION

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. A. JACQMIN, SECRÉTAIRE PRINCIPAL DE LA 3e SECTION

SECRÉTAIRES DE SECTION CHARGÉS DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION :
MM. DE BUSSCHERE ET DEJAER

La séance est ouverte à 9 heures 1/2.

MM. **Daragane** et **de Burlet**, respectivement président de la 3e section et

Cette question, qui est comprise dans le programme des travaux de la 3e section, se rattache d'une manière toute naturelle aux travaux de la 5e section, qui ont trait aux *questions spéciales aux chemins de fer secondaires*. Les lignes secondaires dont a à s'occuper la 5e section sont, en effet, généralement, à faible trafic et, d'autre part, il ne paraît pas y avoir de raison pour ne pas appliquer à toutes les lignes à faible trafic, qu'elles dépendent ou non de grands réseaux, les procédés d'exploitation économiques appliqués aux lignes classées spécialement comme lignes secondaires. C'est pour ce motif qu'il a paru désirable que nous examinions ensemble ces questions.

MM. Dejaer et De Busschere ont présenté, au sujet des lignes à faible trafic, un remarquable exposé. Malheureusement, la caisse qui en contient les tirés à part a subi un retard en douane. Je crains donc, bien qu'il ait été publié dans le 3e fascicule d'août du *Bulletin de la Commission internationale*, qu'un certain nombre de nos collègues n'aient pu en prendre connaissance. Aussi, je prierai un des secrétaires de section de donner lecture du rapport ou, tout au moins, pour abréger les préliminaires, des points principaux sur lesquels peut porter la discussion.

M. Dejaer résume le rapport qu'il a rédigé de concert avec M. De Busschere sur les lignes à faible trafic (1).

M. le Président. Nous avons à remercier MM. Dejaer et De Busschere de l'exposé remarquable qu'ils ont fait et des renseignements si intéressants que vous venez d'entendre.

Je dois signaler également aux deux sections une note de M. A. de Wendrich, lieutenant-colonel du génie russe, qui a été publiée dans le *Bulletin de la Commission internationale* du mois de mai 1887 et qui donne des renseignements relativement aux économies réalisées sur le chemin de fer de Fastow par la simplification de l'exploitation, en appliquant la formule des lignes secondaires (2).

Pour suivre M. le rapporteur dans l'examen de toutes les questions qu'il vient d'envisager, il aurait fallu nous réunir aussi à la première et à la seconde section, puisqu'il y a en jeu des questions de voie et de traction. Mais la question intéresse surtout la 3e et la 5e section. Elle est tellement vaste qu'il sera utile de la diviser.

(1) Voir le *Bulletin*, vol. I, n° 8, août 1887, 3e fasc., p. 816.
(2) Voir le *Bulletin*, vol. I, n° 5, mai 1887, p. 188.

Nous nous occuperons d'abord du littéra *A* :

Quelles sont les simplifications que comporte l'exploitation économique des lignes à faible trafic?

Nous avons déjà résolu, en partie, la question de savoir quelles peuvent être ces simplifications. Il s'agit maintenant d'examiner dans quelle mesure les simplifications que nous avons obtenues de l'assentiment de tout le monde sur les lignes secondaires, sont également applicables sur toutes les lignes à faible trafic. Nous discuterons ensuite les questions d'organisation intérieure, concernant le service des stations, le personnel des trains, la comptabilité et, d'une manière générale, toutes les mesures d'administration propres à rendre économique l'exploitation des lignes secondaires, et que rien n'empêchera d'appliquer également aux petites stations à faible trafic des lignes à grande circulation. Je mets donc en discussion ce premier point : « Quelles sont les simplifications applicables aux lignes secondaires et également aux lignes à faible trafic? »

M. De Bruyn (*Belgique*). L'exposé de M. Dejaer a considérablement élargi la question; en l'entendant, je me suis demandé si les membres réunis de la 3e et de la 5e section étaient compétents pour la discuter sans le concours de la 1re et de la 2e section.

L'exploitation économique est seule de notre compétence. M. Dejaer a énuméré une suite de mesures qui donneraient des économies, mais il faut examiner la question dans son ensemble. Pourquoi avons-nous l'exploitation économique? Parce que nous sommes une voie secondaire — tertiaire, comme on l'appelle chez nous — qui, dans son ensemble, exploite économiquement et se trouve dans des conditions différentes de celles des grandes lignes. Il y a là matière à une discussion d'ordre général qui me semble devoir précéder la discussion de chacun des points de détail. Il est impossible d'embrasser le programme très vaste de la question sans réunir les sections qui ont à s'occuper du matériel, de la traction et des voies et travaux. Nous ne saurions recommander dans la section d'exploitation les économies à réaliser sur les voies, ni les économies à réaliser sur la traction. Nous ne pouvons envisager qu'un point de la question : l'économie sur l'ensemble de l'exploitation. Si vous parlez de cela, il vient naturellement à l'idée qu'il faut discuter d'abord une question préalable, celle du classement des lignes à faible trafic susceptibles d'une exploitation économique.

En Belgique, on a commencé par faire des trains dits « légers ». J'appuie sur le mot parce que le matériel ne semble pas répondre tout à fait aux conditions de

poids qu'il aurait dû avoir pour justifier cette appellation. Je ne fais pas la comparaison avec le petit matériel des lignes de tramways, qui sert aussi pour l'exploitation des lignes vicinales. Je ne compare pas davantage ce matériel, unique parmi les grands chemins de fer, à celui d'une Compagnie belge desservant cependant de nombreux trains express. Si l'on veut obtenir une exploitation économique, il faut arriver à avoir un matériel très léger. Notre matériel n'a pas répondu à ces conditions : il a eu simplement pour conséquence d'amener l'intercommunication. Les mesures prises en Belgique pour les lignes à faible trafic ne constituent donc pas, dans leur ensemble, une exploitation économique. Pour cela, il faudrait que ces mesures permissent de faire des économies sur tous les points à la fois.

Aussi longtemps que l'on conserve pour les lignes à faible trafic les relations internationales, comme en Belgique et sur les lignes françaises, aussi longtemps que l'on admet l'application générale des tarifs internationaux pour des stations intermédiaires où s'expédie, à de très rares intervalles, un wagon en destination de l'étranger, on devra avoir un personnel complet dans chacune de ces stations, il faudra maintenir le chef de station à bonnet rouge avec son état-major de chefs de service.

Afin de réaliser des économies, il faudrait commencer par admettre comme principe la nécessité de déclasser les lignes à faible trafic, c'est-à-dire de les faire descendre du rang où elles se trouvent au rang de lignes secondaires ou tertiaires. Alors on pourra s'entendre sur toutes les questions relatives à l'économie générale de l'exploitation; on se trouvera dans des conditions plus économiques au point de vue de la voie; on pourra employer pour ces lignes, comme le recommande M. Dejaer, le rail réfectionné de la voie à grand trafic. On pourra faire des économies notables sur le matériel à voyageurs; il sera entendu que ce matériel ne circulera que sur les lignes à faible trafic, qu'il ne devra pas être fait pour entrer dans la composition de trains à grande vitesse et pour circuler sur des lignes à trafic international. Il en sera de même pour le matériel à marchandises, à certains égards, et non pas en règle générale, parce que pour les wagons à marchandises, il faudra, autant que possible, là où l'on a la même voie, les laisser circuler d'un bout à l'autre du réseau. Quant au choix du personnel, l'économie deviendra plus sérieuse encore. Au lieu d'avoir un personnel plus ou moins important dans chaque station, on pourra se contenter d'un facteur chargé de l'inscription des marchandises jusqu'à la station la plus rapprochée dépendant d'un réseau à trafic développé.

Je résume ma pensée. Avant d'examiner l'ensemble des mesures qui, appli-

quées aux lignes à faible trafic, feront de ces lignes des exploitations économiques, il faut nous poser une question préalable : « La 3e section et la 5e section réunies en ce moment entendent-elles recommander un déclassement des lignes à faible trafic, pour les amener à remplir le rôle de lignes secondaires ou vicinales? »

C'est dans ces conditions seulement que je comprends la présence, dans cette enceinte, des membres de ces deux sections, car il me paraît assez difficile pour nous de discuter les économies à réaliser sur les lignes d'un rang supérieur à celui que nos lignes occupent.

Si nous examinons en détail chacune des conditions qui sont énumérées dans le rapport très complet de M. Dejaer — c'est un hommage que je suis heureux de rendre à cet honorable ingénieur — nous nous perdrons dans des questions qui ne feront pas faire un pas de plus à celle qui nous préoccupe et qui concerne l'exploitation économique de nos lignes.

La seconde partie de la question est celle-ci : « Serait-il possible d'affermer le « service des petites stations et, dans l'affirmative, quelles précautions faudrait-il « prendre pour garantir la sûreté du service? » Or, sans déclassement, il est inutile de songer à affermer le service des petites stations; ceux qui sont au courant des questions d'exploitation de chemins de fer savent que cela n'est pas possible.

Le second membre de la question ne se comprendrait donc pas, s'il n'était pas entré dans l'esprit de ceux qui l'ont rédigé de vouloir opérer un déclassement.

l. **le Président.** Il serait difficile de discuter la question au point de vue ial que vient d'indiquer M. De Bruyn, c'est-à-dire au point de vue législatif, que la manière de réaliser législativement les améliorations reconnues désira- varient suivant les pays. Chacun de nous envisage la question à son point 'ue particulier. Nous devons nous borner à la question que voici : « Quelles ɔnt les simplifications qu'il est désirable d'introduire sur les lignes à faible 'afic et secondaires? » Chaque État aura ensuite à examiner la question de ɔir par quels moyens il peut rendre possibles ces améliorations.

l. **Level.** Je suis embarrassé, dans ces conditions, de prendre la parole. Je lais dire qu'il n'est pas du tout nécessaire de réclamer le déclassement légis- de lignes de chemins de fer pour réaliser sur chacune d'elles — au moins sur lignes à faible trafic — les économies dont il a été question.

'n peut avoir des raisons très sérieuses de ne pas déclasser telle ou telle ligne : ɔns économiques, stratégiques et autres. Nous n'avons donc pas à entrer dans ɔrdre d'idées. Il faut considérer les réseaux tels qu'ils sont constitués aujour- i et rechercher si, en dehors des grandes lignes qui desservent les relations 'nationales, il est possible, sur les lignes à trafic restreint, de faire ce que De Bruyn appelle une exploitation économique.

est évident que cela est possible; en France, des tendances existent vers cette oitation économique; si cela pouvait intéresser la section, nous citerions un leux exemples.

insi, la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest n'a pas hésité, dans une ɔnstance particulière, à faire une expérience d'exploitation économique. Cet ɔple présente un caractère particulier, mais il offre un certain intérêt. Il s'agis- de construire en Bretagne un grand réseau de près de 350 kilomètres. égislateur français, effrayé des dépenses considérables de lignes qui devaient construites à grande voie, a résolu de les établir à voie étroite; il a demandé Compagnie des chemins de fer de l'Ouest de se charger de la construction et 'exploitation de ce réseau. Cette Compagnie a fait connaître au gouvernement çais qu'elle était toute disposée à entrer dans ses vues, mais que, si elle entait à construire ce réseau spécial, elle ne pouvait pas consentir à l'exploiter son système d'exploitation ordinaire. En conséquence, elle a demandé et nu l'autorisation d'affermer ce réseau à une Compagnie particulière qui se gerait de l'exploiter dans des conditions déterminées et à des prix forfaitaires 'enus.

Cet exemple montre qu'une Compagnie à grand trafic peut parfaitement, dans son réseau, localiser certains groupes et les affermer.

Les principes généraux qui caractérisent le traité qui intervient en matière d'affermage sont extrêmement simples. L'exploitant, qui est une sorte de fermier, remet à son propriétaire la recette qu'il encaisse, le fermier est intéressé à ce que la recette soit aussi élevée que possible, parce qu'il prélève 5 p. c. sur le chiffre de cette recette. Il est intéressé aussi à ce que l'exploitation soit faite dans des conditions économiques, en ce sens qu'il prend l'exploitation à forfait à un prix déterminé par kilomètre. Il est dit, dans le traité, que si le fermier exploite la ligne au-dessous du prix forfaitaire qui est fixé, il partagera la différence avec le propriétaire, de sorte que le propriétaire et le fermier ont le même intérêt : chaque **économie à réaliser dans l'exploitation est partagée entre eux.**

Voilà un premier exemple d'affermage intéressant. Il y en a un second. La Compagnie du chemin de fer du Nord a, de même, confié l'exploitation d'une ligne de 6 kilomètres de longueur à une Compagnie spéciale. Il s'agissait de relier par un embranchement de 6 kilomètres à voie normale, deux petites lignes d'intérêt local, à voie étroite, séparées. On a constitué un groupe de ces trois lignes et on a chargé la même Compagnie d'en faire l'exploitation. On peut donc, dans des réseaux très étendus, trouver le moyen d'affermer certaines lignes à une Compagnie indépendante.

La Compagnie du chemin de fer du Nord, en France, pour des raisons supérieures, n'a pas voulu distraire de son réseau certains groupements de lignes pour les donner à exploiter à des Compagnies spéciales. Elle a cherché à grouper certaines lignes de son réseau et à en confier l'exploitation à un seul homme. M. Cossmann pourrait vous donner des explications à cet égard. Le but qu'on s'est proposé est d'obtenir une exploitation économique. Lorsqu'un seul homme est chargé d'exploiter un chemin de fer, il n'y a plus pour lui de division dans les services, il n'y a plus de service de voies, plus de service de traction; il n'y a plus **que le service de l'exploitation.**

Ceux qui exploitent des petites lignes savent très bien l'avantage considérable qu'ils ont sur les grands réseaux en exploitant dans ces conditions. Ils ne distinguent pas un mécanicien d'un chef de station ou d'un conducteur de train. Ils n'ont que des agents d'exploitation.

Nous avons été jusqu'à employer des mécaniciens au déchargement des marchandises. Tous les services se prêtent ainsi un concours mutuel. D'un autre côté, nous avons pu supprimer à peu près complètement les services centraux, sauf

celui du contrôle des recettes. Nous parvenons à ce résultat par une sorte de décentralisation successive et en chargeant les chefs de station d'une besogne supplémentaire. L'un tiendra un magasin, un autre fera les feuilles de paye du personnel, un troisième inscrira les wagons qui entrent dans le petit réseau ou qui en sortent. Un chef de gare télégraphiste est chargé d'entretenir le télégraphe de la ligne. Un autre est chargé du magasin des imprimés, etc. Grâce à ce système, le personnel du service central est réduit à sa plus simple expression; je le répète, ne comprend que les agents affectés au contrôle des recettes.

Voilà un système, soit d'affermage absolu, soit de groupement de lignes, aux mains d'un seul gérant qui permet de réaliser de très grandes économies.

M. Bachelet (*Italie*). Je ne crois pas que le but soit d'arriver à établir le déclassement des lignes. Nous devons simplement chercher le moyen d'amener les économies dans l'exploitation des lignes à faible trafic. Ce sont les Compagnies elles-mêmes qui doivent faire la classification de leurs lignes et déterminer quelles sont celles à faible trafic. Elles apprécieront les mesures qu'on aura préconisées ici. La législation sur le déclassement ne serait pas uniforme dans tous les pays. Il y aurait là une difficulté. Je le répète, ce sont les Compagnies elles-mêmes qui sont le mieux à même de dire : « Telle ligne sera à faible trafic » et de lui appliquer les mesures recommandées par l'assemblée pour faire des économies.

M. De Bruyn. Nous sommes parfaitement d'accord. Je n'ai parlé de mesures législatives qu'à la suite d'une interruption de M. Level.

M. Bachelet. Vous posiez une question préalable.

M. De Bruyn. J'ai dit : Il s'agit de savoir si, revenant sur le passé, vous voulez faire un déclassement des lignes pour amener des économies.

Pour les lignes à créer, nous sommes dans le filon des lignes économiques. Par conséquent, les renseignements que nous pourrions vous fournir sur les lignes à construire n'ont aucun intérêt pour les deux sections réunies.

Si nous devions vous éclairer sur l'organisation des lignes vicinales qui sont affermées, par voie d'adjudication publique, nous vous donnerions des renseignements très intéressants qui vous prouveraient que, dans cet ordre d'idées, il y a des économies à réaliser.

Seulement, nous n'avons à examiner ni le présent ni le futur, mais le passé. On a voulu déterminer quelles sont les conditions nécessaires pour obtenir une

exploitation plus économique dans les lignes à faible trafic des grands réseaux. Si nous examinons chacun des points de détail, nous disons : «Voilà les objets sur lesquels il y a des économies à réaliser. » Ce n'est pas le programme d'une exploitation économique, c'est purement et simplement une série d'économies à réaliser.

La question, selon moi, se résume en ces termes : « Quelles sont, pour les lignes à faible trafic, les conditions d'exploitation les plus économiques ? » Et je réponds : « C'est un ensemble de mesures d'où il résulte que l'exploitation entière est économique. » Pourquoi ? Parce que ces lignes n'ont pas les mêmes besoins ni les mêmes exigences que les lignes à grand trafic. Toutes les Compagnies seraient parfaitement autorisées, par exemple, à créer des documents pour les expéditions, jusqu'à une gare de jonction, sans percevoir de nouveaux frais d'inscription. Voilà une première économie.

M. René Picard (*France*). Jusqu'à présent, nous avons fait pas mal de théorie.

Voulez-vous me permettre de faire un peu de pratique et de vous rappeler comment nous avons procédé au Paris-Lyon-Méditerranée pour exploiter le moins chèrement possible quelques lignes à très faible trafic qui sont entrées dans notre réseau à la suite de fusions ?

Nous avons commencé par ne pas mettre de signaux mobiles sur ces lignes; nous avons purement et simplement fait précéder les gares de signaux fixes verts allumés la nuit et qui indiquent au mécanicien qu'on est sur le point d'entrer en gare.

seront sous la dépendance comptable de la gare A, la station *c* sera sous la dépendance comptable de la gare B. Ces petites stations ne font presque pas de comptabilité du tout; elles ne font pas les écritures pour les expéditions qu'elles reçoivent ou qu'elles envoient; ce sont les grandes gares qui travaillent pour elles; elles se bornent à envoyer aux gares voisines dont elles dépendent les éléments essentiels à la comptabilité; elles envoient également dans un sac fermé convenablement l'argent qu'elles reçoivent. Elles ne tiennent, en un mot, pour ainsi dire, aucune comptabilité. Nous avons appelé cela la comptabilité rudimentaire. Cela marche bien et je dois dire qu'à l'origine, ces femmes, qui auraient été incapables de s'occuper de comptabilité, se sont petit à petit habituées à notre manière de faire; elles ont été mises au courant par les chefs de gare et par les inspecteurs, et la plupart d'entre elles ont demandé à être chargées de la comptabilité complète.

Il en résulte que les trois quarts des stations à comptabilité rudimentaire ont disparu. Les femmes tiennent la comptabilité aussi bien et même mieux que les hommes. Je laisse de côté les lignes à voie étroite et celles dont nous n'avons pas à nous occuper, au sujet desquelles, d'ailleurs, je suis incompétent. Je parle des lignes secondaires exploitées par les grandes Compagnies. Eh bien, je suis convaincu qu'avec des procédés de ce genre, on arrive à exploiter très économiquement les lignes secondaires, sans chercher midi à quatorze heures, sans faire des classements de lignes, sans réorganiser cette matière et sans légiférer à nouveau. Si vous voulez bien y réfléchir, je suis persuadé que vous serez presque tous de mon avis.

Un mot encore. On a parlé de l'état-major. Nous avons constitué simplement, pour l'exploitation proprement dite, des inspecteurs chargés d'inspecter un groupe de petites lignes; on les dresse à l'économie; on les choisit parmi les plus intelligents, bien entendu, de manière qu'ils ne soient pas trop imprégnés de la routine existant dans l'exploitation des grandes lignes.

Mais pour le service du matériel, de la traction et de la voie, après de nombreuses conférences, on a maintenu le système en vigueur.

M. Bignami (*Italie*). Nous sommes arrivés à un résultat pratique au point de vue de l'économie à réaliser dans l'exploitation sur le chemin de fer de Turin-Ciriè-Lanzo. Ce chemin de fer a une longueur de 32 kilomètres, il est à écartement normal et il a une pente moyenne de 7 p. m. Depuis 1879, le mouvement a été suffisamment grand pour nous obliger à augmenter le personnel, composé du chef

de gare et de sa femme, remplissant les fonctions dont M. Picard parlait tout l'heure, ils s'occupent de la distribution des billets et du télégraphe.

On a examiné la question de savoir s'il n'y aurait pas lieu de simplifier les formalités de l'expédition, que nous faisions, comme dans tous les autres chemins de fer, par lettres de voiture. Nous avions remarqué que le plus souvent le public ne demandait pas de reçu des expéditions.

Depuis 1877, nous avons aboli la lettre de voiture; l'expédition s'est faite alors sur demande verbale de l'expéditeur.

Nous avions observé que parfois les reçus étaient même abandonnés dans les bureaux; on portait les marchandises à l'expédition et l'on s'en allait sans demander un reçu.

Nous sommes arrivés à une simplification assez considérable, nous avons établi ce qu'on appelle la *carte de transport*, qui est déjà appliquée sur quelques chemins de fer et sur certains tramways.

C'est une véritable carte postale, munie d'un timbre comme les lettres ordinaires. Elle est assez grande pour contenir le nom du destinataire, le lieu d'expédition, la qualité de la marchandise, son poids et le nom de l'expéditeur pour le cas où le destinataire serait introuvable. L'expéditeur applique la carte de transport sur le colis et, sans rien d'autre, le fait porter à la gare par quelqu'un. Il n'est pas nécessaire qu'il y aille lui-même. Il peut acheter cette carte chez le chef de gare, comme il achète des timbres-poste. Nous la mettons aussi en vente chez des négociants à l'intérieur de la ville. Il y en a de plusieurs sortes : de 25, de 50, de 75 et de 100 kilogrammes. C'est une expédition à droit fixe, sans compter la distance. Le colis de 25 kilogrammes qui aura à parcourir n'importe quelle partie de la ligne de Turin-Cirié-Lanzo payera toujours 25 centimes. Les cartes de transport sont de deux espèces : les unes sont simples, c'est-à-dire valables pour l'aller seulement; les autres sont valables pour l'aller et le retour, c'est-à-dire pour le transport d'un colis d'une station à une autre et pour le retour du colis vide à la station de départ, sans qu'il soit besoin d'ajouter une autre carte de transport. Nous avons, sur nos lignes, beaucoup d'industriels et, dans nos montagnes, des villas où les familles se rendent pendant l'été. Ces industriels et ces familles, vivant à la campagne, ont souvent besoin d'objets divers. On envoie une caisse pleine, on la renvoie vide. La carte de transport au retour suffit pour cela, et elle a l'avantage d'éviter des écritures. Elle ressemble à la carte simple, sauf qu'elle est divisée en deux et qu'elle comprend deux adresses, l'une pour l'aller, l'autre pour le retour.

Un colis est envoyé à Turin, par exemple; celui qui le reçoit n'a pas à fournir de reçu, il n'a rien à donner, il n'a à faire aucune écriture quelconque pour le renvoyer. Nous avons obtenu par ce système des résultats considérables. Cette année, nous arrivons à 50,000 expéditions. Voici des chiffres qui parlent suffisamment par eux-mêmes. En 1882, on a vendu 24,197 cartes de transport; en 1883, 37,312; en 1884, 42,500, en 1885, 44,756; en 1886, 46,293. En résumé, depuis le mois de mars 1880 jusqu'au 31 décembre 1886, nous avons fait 207,537 expéditions par voie de cartes de transport. On pourrait croire que la carte de transport n'a été utilisée que pour l'envoi de marchandises sans valeur. Ce serait une erreur : avec ce système de transport, qui a pour base la confiance, nous transportons des balles de soie, des valeurs, du numéraire, etc.

Je dépose sur le bureau une note de l'Administration du chemin de fer Turin-Ciriè-Lanzo donnant des renseignements détaillés sur le système des cartes de transport, ainsi que des modèles de ces cartes. (Voir annexe *A*.)

Voici un autre exemple de mesure économique. Nous avons reconnu, à la Compagnie des tramways à vapeur piémontais, le besoin de faire le service de marchandises de petits colis, même aux haltes où il n'y a pas d'agent. C'est le chef de train qui se charge de prendre les marchandises et les colis jusqu'au poids de 100 kilogrammes et de les déposer à destination.

A l'arrivée, un homme quelconque lit l'adresse et est chargé de porter le colis à destination. Il n'y a rien d'autre à faire; c'est un procédé des plus simples, qui rappelle celui des coupons voyageurs que nous avons sur nos lignes (¹).

Le chef de train est muni d'un livret de coupons : Chaque coupon porte quatre cases pour les colis de divers poids; pour ceux qui pèsent 25 kilogrammes, pour ceux qui vont de 25 à 50, de 50 à 75 et de 75 à 100 kilogrammes. Chaque case est divisée en sous-parties indiquant les prix pour des distances variables. Il y a un prix spécial pour les distances de 20 kilomètres, pour celles de 20 à 40 et de 40 à 60 kilomètres.

Quand il y a un colis-bagage de messagerie, le chef de train demande où doit aller cette marchandise et il met au crayon l'adresse qui lui est indiquée. Puis il fore un trou avec une pince, correspondant au poids du colis et à la distance qu'il doit parcourir. Ensuite, il coupe la carte en deux et en donne une moitié au voyageur.

(¹) Voir l'annexe au compte rendu de la question XXXII

Cette opération a été faite en route. Avant d'arriver, le voyageur se présent[illegible] au chef de train et retire le colis. Ceci se fait pour les bagages.

S'il y a une expédition de colis à grande vitesse à faire, le chef de train [illegible] remet à celui qui, à la gare ou à l'arrêt, est chargé de le retirer. Nous avons [illegible] responsabilité de l'expédition.

Ce système a été appliqué sur le réseau de la Compagnie générale des tram[illegible]ways à vapeur piémontais et, grâce à lui, nous pouvons expédier des marchandis[illegible] dans les factoreries, dans les maisons de campagne, dans les plus petits coins d[illegible] pays à proximité du réseau. Je dépose sur le bureau de l'assemblée une no[illegible] qui donne des détails complets ainsi que le modèle des coupons employés. (Vo[illegible] annexe *B*.)

Sur le chemin de fer de Turin-Cirié-Lanzo, nous avons employé les femme[illegible] Elles sont chargées de la distribution des billets et du service télégraphique. [illegible] mari, qui est en général le chef de gare, tient aussi la comptabilité. Les tramw[illegible] à vapeur piémontais ont également suivi ce système, qui a donné de très b[illegible] résultats et surtout fait réaliser des économies considérables.

M. De Busschere. La discussion me paraît dévier quelque peu; il est uti[illegible], pour préciser la question, de la reprendre à son origine.

Dans un grand nombre de pays, les conditions auxquelles doivent satisfaire [illegible] la construction et l'exploitation des chemins de fer sont réglées par des lois org[illegible]niques. En France, on a la loi du 15 juillet 1845; en Angleterre, le *railw[illegible] clauses act* de 1845; en Autriche, la loi du 16 novembre 1851; en Italie, [illegible] du 20 mars 1865, etc., etc.

La Belgique, soit dit en passant, ne possède pas à proprement parler de l[illegible] loi sur les chemins de fer, car on ne peut appeler ainsi ni celle du 12 avril 1835, qui se borne à dire « que le gouvernement est autorisé à prescrire des règlement[illegible] pour l'exploitation et la police des chemins de fer », ni celle du 15 avril 1843, qui énumère les servitudes dont il est reconnu nécessaire de grever les propriétés riveraines des chemins de fer.

Quoi qu'il en soit de ceci, vous voyez que presque toutes ces lois datent d[illegible] l'époque où l'on ne construisait encore que les lignes reliant les grands centres. Leurs dispositions n'ont guère subi de modifications et elles ont, jusque dans [illegible] derniers temps, régi uniquement la construction des nombreuses lignes qui se [illegible] venues successivement accroître les réseaux existants, ou former les nouveau[illegible]. Toutes les lignes, dans les différents pays, sont donc, sauf quelques exceptions, [illegible]

ité assez rares, construites pour ainsi dire d'après un même moule, et leur loitation se fait d'après des règlements uniformes.

)r, nombre de lignes construites dans ces conditions n'ont qu'un trafic peu unérateur, leur importance est faible et, pour elles, l'application des disposi- s de ces lois et des règlements édictés en vue de leur exécution a des consé- nces réellement onéreuses. Ces dispositions et ces règlements ont, pour la plu- t, trouvé leur origine et leur raison d'être dans la nécessité d'assurer la sécurité trafic des grandes lignes. En général, il en résulte, pour les exploitants, des obli- ons souvent fort dures, et la question que vous avez à examiner, c'est celle de oir jusqu'à quel point il faut exiger que les lignes à faible trafic s'y soumettent quel tempérament on peut y apporter en leur faveur.

Dans le rapport que nous avons fait, M. Dejaer et moi, nous avons indiqué s quelles limites plusieurs Administrations ont simplifié sur leurs lignes peu portantes ou secondaires, les mesures relatives à la sécurité des convois et à e des populations des contrées traversées : suppression du gardiennage des sages à niveau et des clôtures, réduction des signaux. Nous avons également iqué les dispositions prises par ces Administrations dans le but de réduire, soit personnel chargé de l'entretien des voies, soit celui qui accompagne les trains, t enfin celui qui dessert les stations et les haltes.

Dans ces dernières années, divers gouvernements en Europe se sont préoccupés mesures à prendre pour favoriser la construction de lignes secondaires nou- les et on s'est livré à d'importantes études, notamment en France, en Allemagne en Italie, pour examiner quelles facilités on pouvait accorder au point de vue la construction, et quelles mesures moins sévères que celles contenues dans règlements existants on pouvait exiger des lignes à faible trafic pour assurer sécurité de la circulation de leurs trains. Parmi ces études, on doit citer celle la Commission italienne chargée de rechercher des modes économiques de struction et d'exploitation en faveur des lignes qui faisaient l'objet de la loi du juillet 1879. Il n'y a donc rien de neuf dans la question qui nous occupe, et s n'avons eu, pour faire notre rapport, qu'à suivre le mémoire adressé par la nmission susdite au ministre M. Baccarini pour indiquer les simplifications t nous avons parlé tantôt. Mais à côté de ces simplifications, il y a d'autres sures dont l'adoption doit conduire à des économies, et le mémoire de la Com- ssion italienne les indique d'une façon générale dans les termes suivants :

« Une administration intelligente et avisée, qui aura véritablement à cœur de

« réduire les dépenses d'exploitation, adoptera beaucoup d'autres mesures
« celles dont nous venons de parler. Elle fera, par exemple, concourir le perso
« nel qui accompagne les trains aux manœuvres de ces trains dans les stati
« elle réduira au minimum le personnel inférieur et dirigeant des stati
« elle emploiera les femmes et les jeunes enfants à toutes les besognes
« pourront être utilisés; elle choisira soigneusement son personnel et distribu
« les emplois d'après les aptitudes des agents; elle embauchera à l'occasion
« portefaix payés à l'heure pour effectuer le chargement et le déchargement
« marchandises; elle évitera tout travail de nuit. D'autres économies
« qu'il n'est pas possible d'indiquer ici à priori, pourront être introduites;
« conditions spéciales de chaque ligne doivent servir de guide sous ce rapport.

Les mesures dont il est question ici rentrent, comme vous voyez, en partie dans le domaine administratif de l'exploitation des chemins de fer, c'est-à-dire qu'elles ne sont pas subordonnées à des prescriptions de l'autorité, et elles m'amènent à dire quelques mots de cette partie administrative.

Parmi les réseaux qui ont adopté pour leurs lignes secondaires, en tout ou en partie, les mesures économiques dont nous avons parlé en premier lieu, plusieurs ont cru que le résultat en vue, c'est-à-dire une réduction sérieuse des dépenses, ne pouvait être atteint que si l'administration de ces lignes était distraite de celle des autres lignes, et confiée à des fonctionnaires spéciaux. C'est ainsi que la Compagnie du Nord, qui, comme vient de le dire M. Level, a réuni ses lignes peu importantes en groupes distincts, du moins en ce qui concerne le service de l'exploitation; elle a introduit de notables simplifications dans le service administratif et un grand nombre d'écritures et d'états exigés des stations des grandes lignes ne doivent plus être fournis par les stations et haltes des lignes secondaires.

Dans d'autres Administrations, en Saxe et en Bavière notamment, chaque ligne secondaire est dirigée par un fonctionnaire unique concentrant tous les services et correspondant directement avec la Direction générale. Cette concentration de services a, parmi ses avantages, celui d'éviter les correspondances qui s'échangent sur les autres parties du réseau entre les chefs de service spéciaux de la voie, de la traction et de l'exploitation; elle conduit donc de ce chef à une suppression d'écritures et simplifie l'instruction des affaires courantes. Je me permets, en ce qui concerne l'organisation des lignes secondaires de la Saxe, de vous faire remarquer qu'elle a fait l'objet de plusieurs articles intéressants parus dans les

nniers numéros de novembre et de décembre 1886 du *Zeitung des Vereins.*

Il me reste maintenant à dire quelques mots de la seconde partie de la question XVII, c'est-à-dire de celle qui a rapport à l'affermage des petites gares.

M. De Bruyn a dit tantôt qu'il est inutile pour un grand réseau de songer à fermer le service des petites gares, à moins de déclasser préalablement les lignes sur lesquelles elles se trouvent. Je ne connais pas d'exemple d'une gare où le service complet soit l'objet d'un affermage à forfait; mais l'affermage de certaines parties de service se fait sur une échelle assez grande en Allemagne : en Prusse pour des haltes ouvertes uniquement au service des voyageurs, en Saxe et en Bavière pour des haltes ouvertes à tous les services.

M. De Bruyn. Avec un tarif complet?

M. De Busschere. Parfaitement; en Bavière, tous les tarifs de l'Administration sont en vigueur. En Saxe, on a agité la question de savoir s'il ne fallait pas, pour les lignes secondaires, avoir une tarification spéciale, et on a reconnu qu'il était préférable l'avoir, pour les lignes secondaires à voie normale, les mêmes tarifs que pour le restant du réseau. Sur les lignes à voie étroite, les tarifs sont plus simples et moins coûteux; on a diminué les bases, parce qu'on a considéré que la capacité normale des véhicules de la voie étroite n'est que de 5 tonnes au lieu de 10, et d'autre part on a réduit le nombre de classes et celui des tarifs spéciaux.

M. Philippe (*Belgique*). Est-ce qu'on a le tarif direct?

M. De Busschere. Oui, pour toutes les stations du réseau. Pour en revenir à la question de l'affermage, je dirai d'abord que les directions royales qui ont leur siège à Cologne confient, chaque fois qu'elles le peuvent, le service des points d'arrêt à des particuliers habitant le voisinage et de préférence à des cabaretiers.

M. De Bruyn. Les chemins de fer vicinaux font la même chose.

M. De Busschere. Le contrat fait par les directions royales stipule que le cabaretier mettra à la disposition des voyageurs une salle de sa demeure, qu'il délivrera les coupons pour certaines destinations et qu'il assistera à l'arrivée des trains et reprendra les coupons aux voyageurs qui en descendent. Il achète les coupons dont il a besoin par provision à la station dont il relève, et remplace de temps à autre par de nouveaux achats les coupons qu'il a débités. L'Adminis-

tration encaisse ainsi la valeur de ces coupons avant qu'ils soient utilisés, de sorte qu'elle n'est pas exposée à des mécomptes de ce chef. Néanmoins, elle doit verser un cautionnement pouvant aller jusque 600 marcs. Elle reste, en outre, libre de résilier le contrat quand elle le juge convenable. En Autriche, l'ordonnance du 1er août 1883 autorise également la distribution des billets par les particuliers, et j'entends dire à mes côtés que des Administrations profitent avec empressement de cette disposition.

M. René Picard. Ce système s'applique-t-il à de grandes gares?

M. De Busschere. Non, pas en Prusse; il ne s'agit que de simples points d'arrêt. En Saxe et en Bavière, au contraire, des haltes ouvertes à tous les services et ayant parfois un trafic assez important, sont gérées par des particuliers habitant le voisinage, même par des femmes. Ce système exige naturellement que le service du chef de halte soit simplifié autant que possible. Dans ce but, on a soustrait le personnel des trains à toutes les manœuvres que ceux-ci doivent faire dans les haltes, et on a cherché toutes les dispositions permettant de réduire au minimum les écritures que les particuliers doivent tenir. C'est ainsi qu'on a décidé la distribution des coupons dans les trains et qu'on recommande que les stations des grandes lignes expédient leurs marchandises vers les haltes des lignes secondaires en port perçu et que ces haltes soient invitées à ne faire que des expéditions en port à percevoir, lorsque les marchandises qui leur sont remises sont destinées à une station dirigée par un fonctionnaire. Il n'y a donc également aucun de maniements de fonds dans ces haltes, ce qui simplifie les contrôles.

Les Administrations saxonnes et bavaroises ne rétribuent guère ces particuliers. Ceux-ci sont autorisés à percevoir, pour toutes les marchandises qui passent par leurs haltes, une taxe des expéditeurs ou des destinataires, selon le cas. Cette taxe est réglée par un barème arrêté par l'Administration. Ce sont donc, en définitive, les habitants de la localité desservie par la halte qui payent le particulier. En Bavière, quand les différentes taxes n'atteignent pas un total de 600 marcs, l'Administration complète la somme perçue jusqu'à concurrence de ce total. En Saxe, au contraire, l'Administration n'intervient d'aucune façon. Dans les deux pays, la totalité des taxes perçues appartient au particulier, de sorte que celui-ci est intéressé à la prospérité de sa halte. Je dirai, pour terminer, qu'en l'Etat saxon, les trois cinquièmes des haltes et stations situées sur les lignes secondaires dont on a séparé l'administration de celles des autres lignes, sont dirigées de cette façon et que l'ensemble des mesures qu'on a prises sur ces lignes a permis de

duire considérablement la part pour laquelle le personnel intervient dans leurs penses d'exploitation.

M. René Picard. Y a-t-il des exemples de grandes gares quelconques exploi-es par entreprise?

M. De Busschere. Non pas à ma connaisance.

M. le Président. N'existe-t-il pas en Suisse une gare semblable exploitée par treprise? Il me semble que oui.

M. René Picard. J'ai entendu dire qu'à Trieste il en est ainsi.

M. Philippe. Pour la manutention, probablement?

M. le Président. Quelqu'un pourrait-il encore nous donner quelques rensei-ements sur cette question?

M. A. Jacqmin. L'organisation de la gare de Trieste, que j'ai eu l'occasion étudier il y a quelques années, ne consiste pas précisément dans un affermage gare. Ce sont les agents de la Compagnie qui font le service à la gare de ieste comme dans les autres grandes gares de la Sudbahn; mais le mode de munération est tout particulier. Les agents d'une gare constituent un groupe; la mpagnie détermine tout d'abord les traitements fixes des différentes catégories agents; puis elle alloue au groupe une somme déterminée pour chaque opéra-n de manutention ou de manœuvre. Le montant total des allocations, déduction te des sommes payées pour frais de location de machines ou autres engins, rtes, avaries, etc., est réparti à la fin du mois entre tous les agents jusqu'à ncurrence du traitement fixe de chacun d'eux. Le bénéfice, c'est-à-dire la diffé-nce entre le montant de l'allocation et celui des traitements fixes, est partagé mme suit : La Compagnie prélève 20 p. c.; 30 p. c., si je ne me trompe, sont posés dans une caisse d'attente pour le cas où le trafic d'un mois n'aurait s été suffisant pour que l'on pût donner aux agents le traitement fixe minimum. surplus est attribué au personnel et est payé, je crois, à la fin de l'année lement, avec le solde du fonds de réserve.

M. René Picard. C'est une sorte de prime d'économie?

M. A. Jacqmin. Parfaitement.

M. le Président. Nous pourrions, je pense, clore la discussion générale.

La question XVII comporte deux paragraphes.

Il me semble résulter de la discussion que tout le monde est d'avis qu'il est désirable qu'on apporte des simplifications, aussi bien sur les lignes à faible trafic exploitées comme annexes des grands réseaux que sur les lignes secondaires, quitte à laisser chacun recourir, dans son pays, aux mesures administratives ou législatives qui devront être adoptées pour arriver au résultat.

Nous avons à dire quelles sont ces simplifications. On vient d'en indiquer qui ont été réalisées par l'initiative des Compagnies et qu'il sera très utile de signaler à l'assemblée plénière.

L'opinion générale me paraît être qu'il y a lieu de demander qu'on applique aux lignes à faible trafic des réseaux principaux toutes les simplifications de service que l'assemblée plénière a déjà reconnues comme bonnes et recommandables pour les lignes secondaires.

Il y a une question qui se posera certainement à l'assemblée plénière. D'après l'opinion du rapporteur, ces simplifications devraient être subordonnées à une limitation de la vitesse des trains. C'est un point sur lequel il serait utile d'émettre une opinion. Il s'agit de savoir si on doit les subordonner à une limitation réglementaire de la vitesse des trains, s'il y a lieu de poser à cet égard une formule générale, ou si chaque Compagnie n'aura pas à voir dans chaque cas particulier dans quelles conditions les simplifications doivent être réalisées.

M. René Picard. Nous ne devons pas limiter la vitesse de façon à nous gêner pour exploiter les lignes secondaires par des trains-tramways. La vitesse maxima que l'on peut atteindre doit être celle que l'on accorde aux trains légers qui ont des freins continus et qui s'arrêtent très rapidement. Pourquoi limiter la vitesse des petites lignes sans tenir compte le moins du monde des instruments correctifs de cette vitesse qu'on peut posséder?

Un train muni d'un frein Westinghouse, un train à frein continu, s'arrête, malgré une vitesse de 50 ou 55 kilomètres à l'heure, beaucoup plus rapidement qu'un train mixte sans Westinghouse.

Est-ce au point de vue de la voie qu'on se placerait pour limiter la vitesse? Mais c'est à nous, Compagnies, qu'il incombe d'employer des rails qui supportent cette vitesse.

La limitation de la vitesse doit être celle qui est accordée aux trains légers munis des engins nécessaires pour s'arrêter promptement.

M. De Busschere. Nous n'avons pas voulu fixer de limites à la vitesse; mais nous avons bien dû indiquer les principales mesures qu'on doit adopter pour réduire sérieusement les dépenses. Nous avons parlé de vitesse limitée, parce qu'il est incontestable qu'on ne peut faire, si on roule trop vite, des économies réelles sur la voie, la surveillance, les signaux, etc. La limite à admettre peut dépendre de diverses circonstances. Les Administrations choisissent cette limite d'après les conditions spéciales des diverses lignes. C'est ainsi qu'à l'État belge, nous avons des lignes d'ordre secondaire où l'on marche encore à 60 kilomètres à l'heure.

M. Level. Le rapporteur subordonne le gardiennage à la vitesse, puisqu'il dit dans le résumé de son rapport : « La réduction de la vitesse des trains autorise : « la suppression des clôtures, la suppression du gardiennage, la simplification « des signaux. »

Je m'élève contre cette conclusion. Hier, le Congrès a statué dans un sens absolument opposé et, dans ces conditions, on serait assez mal venu de lui présenter la résolution qu'on propose. Il a refusé d'accepter la proposition de M. Belpaire de subordonner la question des signaux à la question de vitesse et de gardiennage. On a fait observer que c'était, non pas la vitesse, mais la multiplicité des trains qui était dangereuse au point de vue des passages à niveau. On a été d'avis que là où il passait beaucoup de trains, il était bon de garder les passages, et que là où le nombre des trains était plus limité, on pouvait ne pas les garder, quelle que fût leur vitesse.

M. Beni de Boros (*Autriche-Hongrie*). Il y a, selon moi, deux conditions principales pour simplifier les services et faire des économies sur les lignes à faible trafic. C'est, 1° réduire la vitesse des trains et éviter la circulation des trains autant que possible pendant la nuit; 2° réduire la charge du matériel roulant sur la voie pour la conserver en bon état, c'est-à-dire employer des locomotives très légères, dont les roues n'attaquent pas les rails plus qu'un wagon de marchandises. Ces simplifications entraîneront toutes les autres qui sont à désirer.

M. Coumont (*Italie*). Je désire apporter au Congrès mon léger tribut d'expérience acquise dans l'exploitation des tramways piémontais, réseau de 165 kilomètres. Je veux parler de la question des coupons. Il m'a semblé qu'elle était intéressante à traiter, attendu que les coupons, c'est la caisse, et que le contrôle, c'est la clef de la caisse.

M. le Président. Cette communication viendra très utilement à la question XXXII : *Contrôle des voyageurs des chemins de fer secondaires*.

M. Coumont. Je suis tout disposé à m'incliner devant votre observation.

M. le Président. Nous aurons à traiter cette question dans son ensemble.

M. Coumont. Parfaitement.

M. le Président. Il me semble que, dans le rapport à l'assemblée plénière, il convient de dire que les sections reconnaissent que, si les conditions de suppression de clôture de passages à niveau et de signaux sont subordonnées à certaines considérations de profil, de vitesse, etc., elles ne doivent pas être subordonnées exclusivement à la vitesse; ce n'est qu'un élément d'appréciation des conditions multiples permettant d'appliquer à une ligne le mode d'exploitation des lignes à faible trafic.

M. De Busschere. En Allemagne, il n'y a même pas de clôture continue sur plusieurs grands chemins de fer.

M. De Bruyn. Ah! vous auriez dû dire cela à l'assemblée plénière d'hier, dans la discussion des conclusions relatives aux dispositions générales des chemins de fer secondaires. (*Rires.*) Vous avez manqué le coche. (*Nouveaux rires.*)

M. le Président. S'il n'y a pas d'opposition, nous pourrions considérer comme terminée la discussion sur le point A, et aborder l'examen du point B, ainsi conçu :

Serait-il possible d'affermer le service des petites stations, et, dans l'affirmative, quelles précautions faudrait-il prendre pour garantir la sûreté du service ?

Il me paraît résulter des renseignements très intéressants qui viennent de nous être donnés qu'il est possible d'affermer le service des stations, cela se fait sur un certain nombre de points; il y a donc une possibilité sous ce rapport. Quant aux précautions à prendre pour garantir la sûreté du service, il résulte de ce qui a été dit qu'en général, les stations affermées n'interviennent pas dans le service du mouvement.

M. Philippe. Sur les chemins de fer secondaires.

M. De Bruyn. Pas sur les lignes principales.

M. le Président. Ce serait un point à discuter.

M. Level. On nous a parlé des stations affermées, mais on ne nous a pas dit dans quelles conditions l'affermage s'effectuait, ni surtout quelles étaient les précautions prises pour garantir la sécurité du public.

Si quelqu'un pouvait nous renseigner à ce sujet, nous l'écouterions avec intérêt.

M. De Busschere. Voici comment le service se fait en Bavière et en Saxe dans les petites gares gérées par des particuliers et ouvertes à tous les services. D'abord, tous les coupons sont délivrés dans le train même par le chef de convoi, qui accepte également les bagages.

Ce chef de convoi a non seulement la direction du train, mais encore celle de toutes les manœuvres que le train doit faire dans ces gares pour y prendre ou y laisser des wagons, et il doit en conséquence prendre les mesures nécessaires pour assurer la sécurité. Les particuliers doivent être présents dans leurs gares aux heures de passage des trains, et ils sont, pendant leurs stationnements, sous les ordres du chef de convoi. En dehors de ces heures, ils s'occupent de leurs propres affaires, mais sans négliger cependant d'exercer une surveillance sur la manière dont les clients du railway effectuent les chargements ou déchargements de leurs wagons, et ils en font, le cas échéant, le classement. Ils doivent également s'arranger de façon que les habitants des localités desservies qui ont des marchandises à expédier puissent s'adresser à eux en temps opportun, et ils demandent en conséquence au chef de ligne les wagons nécessaires. Ils tiennent annotation de ces expéditions, mais c'est la station dont ils relèvent qui dresse les feuilles de route et indique les taxes à percevoir d'après les renseignements contenus dans les lettres de voiture. Lorsque, au contraire, les trains leur amènent des wagons ou des marchandises, ils en avisent les destinataires et s'en font donner décharge par eux dans un carnet dans lequel ils recopient les lettres de voiture. Lorsqu'un habitant désire affranchir une expédition, le fermier demande à la station dont il relève la taxe à percevoir et il lui envoie la somme indiquée avec la lettre de voiture. Cette station encaisse le produit et dresse la feuille de route.

M. René Picard. Ces gares font-elles des manœuvres? Celles-ci engagent-elles la voie principale en l'absence du conducteur du train? Peut-on, dans une station livrée à un entrepreneur, permettre à celui-ci de manœuvrer sur la voie principale en l'absence du conducteur du train? Peut-on faire passer des wagons sur des voies transversales, et leur permettre de se garer de l'autre côté de la voie?

M. De Busschere. Dans la plupart des gares de l'espèce, on ne fait que des opérations de chargement ou de déchargement, et les manœuvres qu'il peut y avoir à effectuer consistent tout au plus en simples déplacements de wagons que les expéditeurs ou les destinataires font avec les moyens dont ils disposent.

M. René Picard. Cela ne s'applique donc qu'aux petites gares dans le genre de celles qui ont été construites par M. Level?

M. De Busschere. Parfaitement; cependant nous en avons vu en Saxe qui avaient un mouvement de wagons comparable à celui de bien de nos petites stations intermédiaires gérées par des fonctionnaires, et en Bavière nous en avons visité une qui, comme nous l'avons dit dans notre rapport, expédie plus de 6,000 wagons par an provenant d'un établissement raccordé.

M. René Picard. Dans ces conditions, il faut nécessairement que toutes les voies soient situées d'un même côté de la voie principale, de façon que le train ne doive pas cisailler celle-ci pour prendre ou laisser des wagons.

M. De Busschere. Les voies du quai — et de garage, quand il y en a — sont toutes disposées comme vous dites, et les trains au passage y conduisent les wagons à laisser et y prennent les wagons à enlever. On n'y fait pas le classement des wagons à enlever, de sorte qu'on ne doit faire aucune manœuvre engageant la voie principale dans l'intervalle qui sépare deux trains. Quand un établissement raccordé est important, il fait lui-même, sur ses propres voies, le classement des wagons qu'il a chargés et les amène en rame sur la voie de la station destinée à cet usage, et à des heures déterminées, ce qui permet au gérant de la gare d'être présent pour s'assurer si les instructions de l'Administration sont observées.

M. René Picard. Cela donne-t-il des résultats économiques sérieux? Est-il moins coûteux pour les Administrations de recourir à ces procédés que de faire elles-mêmes leur besogne en employant des agents intelligents, en un mot d'être leur propre entrepreneur?

M. De Busschere. Les dépenses en traitements et salaires sont évidemment beaucoup moindres avec ce système. Ainsi, en Bavière, on a constaté que ces dépenses n'interviennent plus que pour 30 p. c. dans les frais d'exploitation des lignes qui ont été déclassées, alors qu'avant le déclassement les traitements et les salaires constituaient 60 p. c. de ces frais. En Saxe, parmi les lignes sur lesquelles le système est appliqué, il y en a une dont les dépenses d'exploitation

dépassent à peine 3,000 francs par kilomètre, tandis que sa recette kilométrique est d'environ 9,500 francs.

M. Edouard Empain (*France*). Combien y a-t-il de trains par jour dans chaque sens ?

M. De Busschere. Je ne me rappelle pas le nombre; mais en tout cas, il est réduit au strict nécessaire.

M. Édouard Empain. Il serait cependant intéressant de le savoir.

M. le Président. J'ai reçu de M. De Bruyn une formule qui lui paraît résumer l'opinion définitive de la section sur le littéra *A* :

« Les économies à réaliser dépendant d'un ensemble de mesures générales qui « peuvent être communes aux chemins de fer secondaires et aux lignes à faible « trafic des chemins de fer principaux et qui ont été l'objet des discussions de « la 5e section et des discussions en séance plénière, il appartient à chaque « Administration d'examiner quelles sont les lignes de son réseau auxquelles il « y a lieu d'appliquer les mesures jugées nécessaires pour obtenir en général une « exploitation économique et de provoquer s'il y a lieu les modifications de leur « règlement. »

Comme solution du littéra *B*, on pourrait résumer ainsi l'avis de la section :

« L'expérience a montré qu'il est possible d'affermer le service des petites sta- « tions. Les précautions à prendre pour garantir la sûreté du service paraissent « être de disposer toutes les voies de service d'un même côté de la voie princi- « pale et de prendre les mesures nécessaires pour que la voie principale ne puisse « être engagée par des manœuvres dans l'intervalle du passage des trains. »

M. René Picard. Il y aurait lieu aussi de dire que la question d'économie n'est pas élucidée. Nous ne savons pas si, en réalité, il y a une économie, ni dans quelle proportion elle est réalisée.

M. le Président. On pourrait dire qu'il est impossible de se prononcer sans avoir des documents suffisants pour juger de l'utilité de cette combinaison au point de vue économique.

M. René Picard. La question des tarifs est très importante.

M. le Président. Je crois que la discussion peut être considérée comme

épuisée. Puisque nous sommes d'accord, il sera plus simple, je crois, de charger les bureaux des deux sections réunies de soumettre à l'assemblée plénière les rédactions dont je vous ai donné lecture, en les accompagnant d'un exposé verbal.

Cela vaudra mieux que de nous réunir encore pour discuter les termes d'un procès-verbal, ce qui nous prendrait beaucoup de temps. (*Assentiment.*)

— La séance est levée à 11 heures.

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE

Séance du 21 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M LE COMM. BRIOSCHI

M. le Président. La parole est à M. Heurteau, président de la 5e section, pour faire rapport sur les débats auxquels a donné lieu la question XVII.

M. Heurteau. Messieurs, la 3e et la 5e section se sont réunies pour examiner en commun la question XVII, relative aux simplifications à introduire dans l'exploitation des lignes à faible trafic. Elles m'ont chargé d'avoir l'honneur de vous rendre compte des résultats de cet examen et de vous présenter des conclusions qui résument leur opinion.

Nous avons eu, sur cette question, un rapport de MM. De Busschere et Dejaer, ingénieurs au chemin de fer de l'État belge, rapport qui a été publié dans le 3e fascicule du mois d'août du *Bulletin de la Commission internationale,* mais dont les tirés à part n'ont malheureusement pas encore pu vous être distribués. Il contient des renseignements très complets et fort intéressants sur les efforts faits par diverses Administrations, dans tous les pays, pour simplifier les conditions d'exploitation des lignes à faible trafic et pour les mettre en rapport avec les exigences du service auquel elles ont à pourvoir. Il y a lieu de se féliciter des tendances de toutes les Administrations de chemins de fer sous ce rapport.

Il est pas douteux d'ailleurs que cette tendance des Compagnies ne soit encouragée par les gouvernements qui ont le même intérêt qu'elles à faciliter l'exploitation économique des lignes à faible trafic, à permettre aussi leur développement sans frais excessifs, et à diminuer ainsi les sacrifices que les gouvernements et les Compagnies s'imposent pour exploiter les lignes existantes ou pour en créer de nouvelles.

Nous avons également reçu communication d'une note très intéressante publiée par M. de Wendrich sur les progrès réalisés par l'introduction d'un système économique d'exploitation sur le chemin de fer de Fastow. Ce mémoire a paru dans le numéro de mai du *Bulletin de la Commission internationale.*

Le rapport de MM. Dejaer et De Busschere a été précédé d'une véritable enquête; ces messieurs avaient posé quatorze questions auxquelles un très grand nombre d'Administrations de chemins de fer ont répondu et leur rapport résume ces réponses. Toutes les questions relatives à l'exploitation des lignes à faible trafic ont été passées en revue, aussi bien celles relatives aux conditions d'établissement de la voie que celles concernant le matériel roulant, le service des trains et celui des stations. Il y a là un véritable cours complet d'exploitation des lignes à faible trafic.

Les deux sections se sont trouvées dans l'impossibilité de passer en revue et de discuter à fond tous les points traités dans cet exposé. Il y a là des renseignements très intéressants que tout le monde lira avec profit; mais parmi ces questions, il en était que nous n'avions pas compétence pour discuter à nous seuls, pour lesquelles il nous eût fallu demander le concours de la 1re et de la 2e section : ce sont celles relatives aux conditions d'établissement et d'entretien des lignes et au service des machines. Nous nous sommes donc bornés à examiner ce qui concerne plus spécialement l'exploitation proprement dite et les simplifications qu'on peut y apporter. En agissant ainsi, nous avons cru nous rapprocher davantage du texte même de la question qui nous était posée et qui est ainsi conçue :

comprenant des lignes à grand trafic. Ces simplifications doivent donc être étudiées sans distinction de la situation administrative ou du mode de concession des lignes; toutes celles qu'on jugera utiles et compatibles avec la sécurité doivent être appliquées aussi bien sur les lignes à faible trafic des grands réseaux que sur les lignes secondaires proprement dites.

Une question s'est cependant posée à ce propos : Est-il nécessaire, pour appliquer ces simplifications aux lignes à faible trafic des grands réseaux, de recourir à des mesures législatives ou administratives ayant pour objet de déclasser ces lignes et de les soumettre à un régime d'exploitation spécial?

Les sections n'ont pas cru devoir entrer dans l'examen de cette question; elles ont admis que, suivant les règlements administratifs des différents pays, il pouvait être nécessaire ou inutile de recourir à une législation spéciale et qu'elles avaient à examiner les simplifications en elles-mêmes sans s'occuper des questions de législation.

D'ailleurs, les exemples qu'on a cités ont prouvé que, sans mesures législatives spéciales, sans même de modification des règlements généraux, il avait été possible dans un certain nombre de cas, notamment sur les réseaux français, de réaliser d'importantes simplifications du mode d'exploitation des lignes à faible trafic; et qu'on avait pu le faire non seulement sans aucune modification à la législation, mais même sans toucher à la réglementation administrative de ces lignes.

Cette question étant écartée, nous avons recherché la nature des simplifications qui peuvent être réalisées. A cet égard, le rapport nous fournissait des données très complètes sur les diverses mesures déjà tentées et expérimentées dans les différents pays. Chaque Compagnie a agi de sa propre initiative et on ne peut qu'enregistrer avec intérêt et satisfaction les résultats acquis. C'est là une matière qui n'est pas épuisée et dans laquelle chacun de nous pourra encore chercher à réaliser de nouvelles réformes.

En dehors des faits cités dans le rapport, nous avons entendu des explications très intéressantes sur les simplifications de service introduites dans le même but sur certains réseaux.

Ces simplifications sont de deux sortes : les unes peuvent être obtenues simplement sur l'initiative de chaque Compagnie exploitante et par des mesures de réorganisation intérieure; d'autres, au contraire, exigent une modification des règlements généraux et administratifs auxquels est soumise l'exploitation des lignes. Les premières ne touchent que le côté économique de la question. Elles ont fait l'objet de communications très intéressantes, que malheureusement il serait

difficile de résumer, sur les résultats obtenus sur un certain nombre de lignes. On nous a cité plusieurs systèmes différents; on nous a parlé notamment d'une Compagnie française qui, pour réaliser sur certaines parties de son réseau un mode d'exploitation économique, a cru utile d'affermer à une Compagnie spéciale l'exploitation d'un certain nombre de lignes formant une sorte de réseau secondaire dans le réseau principal. D'autres Compagnies, le Nord français par exemple, sans aller aussi loin, ont cru utile, tout en restant exploitantes de leur réseau secondaire, de créer pour ce réseau une organisation spéciale, de l'isoler de l'administration générale, de manière à simplifier les rouages, à mettre dans une même main tous les services des petites lignes, à simplifier aussi leurs rapports avec l'administration centrale.

En même temps que la Compagnie du Nord français réalisait cette réforme sur un certain ensemble de lignes secondaires, elle introduisait sur ses lignes principales elles-mêmes de grandes simplifications de service, notamment par l'organisation de trains légers et de trains tramways.

D'autres Compagnies enfin, — et c'est un troisième système, qui a trouvé dans le sein des sections réunies de très chauds partisans, — d'autres Compagnies ont pensé qu'elles n'avaient pas à modifier la réglementation ni l'organisation générale du service; mais elles ont cru trouver dans des mesures spéciales, telles que l'emploi des femmes, la simplification de la comptabilité, la fusion de la comptabilité des petites stations avec celle des grandes stations voisines, le moyen de réaliser des économies dans l'exploitation des petites stations non seulement des lignes à faible trafic, mais même des grandes lignes. Ce système ne touche en rien ni à l'organisation intérieure des Compagnies, ni même aux règlements de sécurité.

La section a entendu avec intérêt ces communications, de même que celles relatives au mode de comptabilité spéciale très simple adopté sur la ligne de Turin à Cirié et à Lanzo pour les marchandises et les voyageurs. Il y a là des conditions spéciales de tarification qui permettent d'appliquer des formules simples, de supprimer toute espèce de feuilles de route, de récépissés à l'expéditeur et au destinataire; on peut avec une formule qui est une espèce de carte postale faire tout le travail. Il y a aussi un carnet fort ingénieux dans le détail duquel je ne puis entrer et qui permet au chef de train d'arrêter le train en certains points de la ligne et d'y recevoir et distribuer des bagages. Il y a là des mesures de détail qui ne pourraient peut-être pas être appliquées à des lignes de grande étendue, mais qui n'en présentent pas moins beaucoup d'intérêt.

Après avoir entendu ces communications sur ce que j'appellerai les simplifications

d'ordre intérieur, les deux sections se sont préoccupées de ce qu'il pouvait y avoir à faire pour la simplification des règlements concernant la sécurité, en vue de simplifier l'exploitation sans compromettre la sécurité. Les deux sections ont été unanimes à penser qu'il n'y a pas de raison pour ne pas appliquer aux lignes à faible trafic se rattachant aux réseaux concédés les mêmes simplifications que la 5e section et le Congrès lui-même, dans la séance d'hier, ont été d'avis d'appliquer au réseau secondaire. Elles ont pensé qu'il n'est ni nécessaire ni désirable que les Compagnies exploitant ces petites lignes leur appliquent les mêmes règlements qu'à l'ensemble du réseau et que les conditions de trafic et de service étant les mêmes que sur les lignes secondaires, il n'y a pas de motif de ne pas y introduire les mêmes mesures de simplification et d'économie.

Vous vous rappelez, messieurs, que les simplifications que le Congrès a pensé pouvoir être appliquées sur les lignes secondaires comprennent notamment la suppression des clôtures, du gardiennage des passages à niveau, des signaux, l'emploi de voitures à couloirs, la diminution du nombre de classes, la réduction du personnel des trains. Les sections ont pensé que, dans certaines circonstances définies, ces simplifications pouvaient s'appliquer également aux lignes à faible trafic appartenant aux grands réseaux. La question est seulement de savoir à quelles conditions seraient subordonnées ces simplifications en ce qui concerne les lignes dont je viens de parler.

Les rapporteurs avaient pensé qu'au moins trois des mesures que je viens d'indiquer : suppression des clôtures et du gardiennage et simplification des signaux, devaient être subordonnées à la réduction de la vitesse. Mais on a fait remarquer que si la vitesse n'est pas un élément à négliger; si même, dans certains cas, au point de vue du mode d'établissement de la voie, et du matériel roulant, il pouvait y avoir intérêt à s'occuper de la vitesse, celle-ci, tout en étant, je le répète, un élément à envisager, n'était pas le seul critérium à considérer pour définir les conditions moyennant lesquelles les simplifications indiquées peuvent être introduites sur les petites lignes.

On a fait observer, en outre, que l'influence de la vitesse elle-même dépendait des conditions de profil de la ligne, que les dangers résultant de la vitesse pouvaient être atténués par certains correctifs, tels que les freins, que pour certaines lignes les conditions d'exploitation pouvaient être telles qu'il fût possible d'y supprimer sans aucune restriction toute espèce de signaux et de mesures de sécurité, qu'en un mot, il y avait là un ensemble de conditions impossibles à définir à priori.

Dans cet état de choses, il appartient à chaque Administration d'examiner

quelles sont les sections de son réseau auxquelles pourraient être rendues applicables les mesures économiques que comporte l'exploitation des lignes à faible trafic, et de préciser dans un règlement général les conditions d'exploitation auxquelles ces lignes doivent satisfaire.

En conséquence, à la première question : « Quelles sont les simplifications que « comporte l'exploitation économique des lignes à faible trafic ? » Les sections réunies proposent de répondre :

« Les économies à réaliser dans l'exploitation dépendent d'un ensemble de « mesures qui peuvent être communes aux chemins de fer secondaires et aux « lignes à faible trafic dépendant des grands réseaux et qui ont été déjà l'objet « de discussions dans le sein de la 5e section, ainsi que dans la séance « plénière du 20 septembre. Il appartient à chaque Administration d'examiner « quelles sont les lignes de son réseau auxquelles il y a lieu d'appliquer les « mesures jugées nécessaires pour obtenir, en général, une exploitation écono- « mique et de provoquer s'il y a lieu, à cet effet, les modifications de leur « règlement. »

La question *B* est ainsi conçue :

« Serait-il possible d'affermer le service des petites stations, et, dans l'affir- « mative, quelles précautions faudrait-il prendre pour garantir la sûreté du « service ? »

A cet égard, MM. les rapporteurs ont fourni des renseignements très intéressants sur l'organisation de l'affermage appliqué sur diverses lignes dans différents pays, notamment sur les lignes de la Compagnie italienne de la Méditerranée et sur certaines parties des lignes prussiennes. Ils ont cité l'exemple des stations de la Saxe et de la Bavière où il se fait un trafic relativement considérable de plusieurs wagons par jour et dont l'exploitation est affermée.

Par conséquent, à la question : « Serait-il possible d'affermer le service des petites stations ? » nous n'avons à répondre que par la constatation du fait que cela se pratique et que, dès lors, cela est possible.

Restent deux questions : « Est-il avantageux, est-il économique de le faire ? « Quelles précautions faut-il prendre pour garantir la sûreté du service ? » Quant au premier point, nous avons pensé qu'il ne nous concernait pas exclusivement et que nous ne possédions pas les éléments suffisants pour y répondre. En ce qui concerne le second point, il résulte des explications échangées que les précautions

de sûreté devraient consister à isoler le service des stations affermées du mouvement général; il faut aussi que toutes les voies de service de ces stations soient placées d'un même côté de la voie principale et que celle-ci ne puisse pas être engagée autrement qu'au moment du passage des trains. En conséquence, les sections proposent, en réponse au littéra *B* de la question, la résolution suivante :

« L'expérience a montré qu'il était possible d'affermer le service des petites « stations, sans que le Congrès ait, d'ailleurs, d'éléments suffisants pour juger de « la valeur économique de cette combinaison. Les précautions à prendre pour « garantir en pareil cas la sécurité paraissent être de disposer toutes les voies « de service d'un même côté de la voie principale et de prendre les mesures « nécessaires pour que la voie principale ne puisse être engagée par des manœu- « vres dans l'intervalle du passage des trains. »

Telles sont, messieurs, les conclusions qu'au nom des 3e et 5e sections réunies nous avons l'honneur de vous soumettre. (*Longs applaudissements.*)

— Les conclusions proposées sont adoptées à l'unanimité.

ANNEXES

ANNEXE A.

Note sur les « cartes de transport », par l'Administration du chemin de fer Turin-Cirié-Lanzo.

(Traduction.)

A la fin de 1879, le mouvement des marchandises sur le chemin de fer Turin-Cirié-Lanzo avait pris un tel développement, et les expéditions, en grande vitesse, de marchandises de faible poids étaient spécialement devenues si nombreuses, que, malgré les simplifications précédemment introduites dans le système de comptabilité afin d'abréger les écritures et les inscriptions multiples relatives à ce service, le personnel des stations, malgré son habileté et son activité, ne parvenait pas, bien souvent, à accomplir d'une façon satisfaisante toutes les opérations comptables nécessaires.

L'Administration se trouva donc dans la nécessité imminente d'augmenter le personnel des stations en nommant un employé de plus dans les stations où jusque-là le chef de gare avait suffi, ou bien d'étudier une nouvelle méthode d'expédition permettant d'abolir en grande partie les formalités qui forment la base du système ordinaire, de façon à rendre le service des marchandises plus expéditif et moins lourd pour le personnel.

Par des informations prises sur les lieux d'expédition et en étudiant les habitudes des personnes qui se servent du chemin de fer, on en vint à la conclusion d'une part la nécessité [illegible]

Par l'institution de ces cartes de transport, l'Administration avait pour but :

1° De combattre le service des *commissionnaires*, c'est-à-dire des voituriers qui se chargent des transports des diverses localités desservies par la ligne vers Turin ou vice versa, et qui emploient à cet effet des voitures ordinaires, et quelquefois, si cela leur est avantageux, se servent du chemin de fer, mais en pratiquant le *groupage* des colis, c'est-à-dire en réunissant en une seule expédition plusieurs colis destinés à des personnes différentes — lesquels devraient pour ce motif être expédiés et taxés séparément — et en les faisant figurer comme expédiés et adressés à eux-mêmes afin de les soustraire aux dispositions réglementaires relatives au *groupage;*

2° D'éviter au public la perte de temps et l'ennui que demandent les expéditions ordinaires, par petits colis, souvent d'aucune valeur réelle, en mettant les expéditeurs en mesure de faire partir leurs marchandises immédiatement, pourvu qu'elles soient portées à la station au moment du départ du train par lequel ils désirent qu'elles soient envoyées;

3° Enfin, d'épargner aux stations la rédaction des documents de transport et les nombreuses écritures, annotations, formalités de remise, de délivrance et autres, inévitables avec les expéditions ordinaires; d'enlever en même temps au contrôle de l'Administration centrale un grand nombre d'expéditions, et tout cela dans le but d'éviter une augmentation de personnel.

Quoiqu'il n'eût été donné à cette première expérience qu'une publicité très limitée, de telle sorte que dans les premiers mois, beaucoup d'expéditeurs ignoraient le nouveau système, cependant l'essai fut assez satisfaisant, car il fut vendu, du 1er mars au 31 décembre 1880, 4,245 cartes de transport et 8,234 pendant l'année 1881.

Quand on vit que le nouveau mode d'expédition était si favorablement accueilli du public, on eut l'idée d'étendre le service des cartes de transport aux colis pesant jusqu'à 100 kilogrammes et de dimensions non supérieures à 1 mètre.

A partir du 1er avril 1882, on institua, à cet effet, quatre nouvelles catégories de cartes de transport, toutes indépendantes de la distance à parcourir et dont voici les caractères distinctifs :

1re catégorie :	valables	pour les colis	d'un poids non supérieur à 25 kilogrammes	. .	fr.	0 25
2e	—	—	— pesant de 25 à 50 kilogrammes.	. . . . .		0 35
3e	—	—	— — de 50 à 75 —	. . . . .		0 50
4e	—	—	— — de 75 à 100 —	. . . . .		0 60

Cette seconde expérience donna des résultats encore plus favorables que la première; l'année 1882, on vendit 24,197 cartes de transport; en 1883, on en vendit 37,312; en 1884, 42,500; en 1885, 44,756, et en 1886, 46,293.

En faisant la somme des chiffres annuels que nous venons de citer, on trouve que du 1er mars 1880 au 31 décembre 1886, 207,537 cartes ont été vendues, lesquelles représentent autant d'expéditions ordinaires, qu'elles ont remplacées sans qu'il en soit résulté aucun inconvénient.

Une autre modification des plus utiles fut introduite dans le service des cartes de transport le 1er janvier 1887 par l'institution des cartes de transport d'aller et retour, avec prise et remise à domicile pour les colis partant de la station de Turin ou y arrivant, aux prix suivants :

Pour les colis de	25	kilogrammes	fr.	0 50
—	50	—		0 60
—	75	—		0 85
—	100	—		1 00

La comptabilité des cartes de transport ne pourrait être plus simple.

Le bureau de comptabilité, sur demande régulière des chefs de station, envoie aux stations une certaine quantité de cartes portant une numérotation continue et les leur porte en compte.

Les chefs de station en font la distribution une par une ou plusieurs à la fois, selon la demande des acheteurs, contre payement immédiat du prix correspondant. A la fin de chaque décade, on n'a qu'à faire la différence entre ce qui reste dans la station et ce qui restait à la fin de la décade précédente; on en déduit le nombre de cartes vendues, qui, multiplié par leur prix, donnera la somme à verser, précisément comme cela se pratique pour la comptabilité des billets de voyageurs.

L'usage des cartes de transport est aussi très simple et très facile.

Les expéditeurs en achètent, comme il a été dit, une certaine quantité aux chefs de station et à chaque colis qu'ils ont besoin d'envoyer, ils appliquent une carte correspondant au poids du colis, en l'attachant par une ficelle passée dans l'œillet dont elle est munie et en inscrivant à l'endroit réservé à cet effet leur nom et leur adresse, celle du destinataire, le poids et la qualité de la marchandise. Le colis ainsi muni de la carte de transport est simplement porté à la station soit directement ou au moyen des agents qui effectuent la prise à domicile; la station le reçoit et, n'ayant aucun document de transport à dresser, le remet immédiatement au train même s'il est déjà sur le point de partir, se bornant à y appliquer un timbre humide à date variable, et négligeant les signatures de reçu et les autres formalités relatives à la décharge de responsabilité entre le personnel de la station de départ et les agents du train; ceux-ci ne font pas autre chose que d'appliquer à leur tour le timbre humide « Annulé ».

La même chose se passe entre les agents du convoi et la station d'arrivée et entre cette dernière et le destinataire, auquel, tout au plus, avant de lui remettre le paquet, on a coutume de demander la provenance et le contenu.

En somme, les cartes de transport sont pour le chemin de fer ce que les timbres-poste sont pour la poste.

L'absence de toute garantie offerte par l'Administration du chemin de fer à ceux qui se servent des cartes de transport, laisserait naturellement supposer que le public n'en devrait faire usage que pour les expéditions de marchandises de peu de valeur, afin de ne pas s'exposer à un dommage important en cas de perte. Or, l'expérience a démontré et démontre le contraire, puisque les cartes de transport sur le chemin de fer Turin-Ciriè-Lanzo sont appliquées à des colis de tissus d'un prix assez élevé, tels que des balles de soie, et même à des envois de numéraire.

Enfin, les cartes de transport sur le chemin de fer de Ciriè ont fait leurs preuves, en présentant au public beaucoup de commodités et d'avantages, et à l'Administration une économie de personnel.

Il n'y a aucun doute que, dans la suite et au moyen de quelque modification bien étudiée de manière à les mettre en harmonie avec les exigences du service et les habitudes locales, les cartes de transport ne puissent être avantageusement appliquées sur les lignes de plus grande importance que celle de Turin-Ciriè-Lanzo, laquelle n'a qu'une longueur de 32 kilomètres.

Dans le but de faire connaître les dimensions et la forme des cartes de transport, nous reproduisons ci-après :

Modèle *A*. Une carte simple pour un poids non supérieur à 25 kilogrammes.

B. Une carte d'aller et retour pour un poids non supérieur à 25 kilogrammes.

— *C*. L'envers d'une carte de transport, lequel est le même pour toutes : on y trouvera toutes les indications pour l'usage des cartes dont il s'agit.

Turin, le 16 octobre 1887.

Le président du conseil d'Administration,
AV. R. PALBERTI.

MODÈLE A.

S. Mod. 8 a.

N°

SOCIÉTÉ ANONYME DU CHEMIN DE FER

TURIN-CIRIÉ-LANZO

Siège à Turin. — Cap. soc., 2,300,000 — Vers., 1,299,000

F. 0,25

TRANSPORTS A TARIFS SPÉCIAUX

à droit fixe de colis n'excédant pas

Kg. 25

A . . .

Les expéditions effectuées par cartes de transport **simples** en destination de **Turin**, sauf indication contraire, vont à **domicile**.

La demande d'expédition doit rester signée.

Signature et adresse de l'expéditeur.

Nature de la marchandise. Poids Kg.

Station

Série **AA.**

MODÈLE B.

S. Mod. 38 e.

N° Kg. 25

SOCIÉTÉ ANONYME DU CHEMIN DE FER

TURIN-CIRIÉ-LANZO

Siège à Turin — Cap. soc. fr. 2,300,000 — Vers., fr. 1,299,000.

Fr. 0,50

CARTE DE TRANSPORT

ALLER	RETOUR
M.	*M.* . . . .
Expéditeur	Expéditeur . . . . .
Marchandise . . . . . Kg. . .	Marchandise . . Kg.

Les expéditions faites par cartes de transport **simples** ou **d'aller et retour**, en destination de Turin, seront portées à domicile; celles effectuées avec les cartes **d'aller et retour**, à Turin, seront aussi prises à domicile, tant à l'aller qu'au retour, sur l'avis de l'expéditeur.

Série **F.**

MODÈLE C

AVIS (1)

1° Les **cartes de transport** sont de deux espèces : *simples*, c'est-à-dire valables pour l'*aller* seulement, ou d'*aller et retour*, c'est-à-dire servant pour le transport d'un colis d'une station à une autre et pour le retour à la station de départ, sans qu'il soit besoin d'une nouvelle carte de transport.

2° Les cartes de transport, tant *simples* que d'*aller et retour*, sont indépendantes de la distance à parcourir, et les colis qu'elles accompagnent sont, soit remis *à domicile* s'ils arrivent à la station de Turin, soit consignés *en gare* s'ils sont expédiés à une autre station de la ligne.

3° Pour les colis envoyés avec cartes de transport *simples*, la prise à domicile n'est jamais admise, quelle que soit la station, même si c'est Turin, cependant pour les expéditions avec cartes d'*aller et retour* à **Turin**, la prise à domicile sera faite sans augmentation de prix tant à l'aller qu'au retour, sur avis préalable de l'envoyeur.

4° Les prix des cartes sont les suivants :

						Simples	*Aller et retour.*
Pour les colis d'un poids non supérieur à			**25**	kilogrammes	fr.	**0 25**	**0 50**
—	—	de	**25** à **50**	—	.	**0 35**	[illegible]
—	—		**50** à **75**	—	. .	**0 50**	**0 85**
—	—	—	**75** à **100**	—	. . .	**0 60**	**1 00**

5° L'usage des cartes de transport pour les expéditions de marchandises suppose la demande de la part de l'envoyeur de l'application des tarifs spéciaux qui régissent ce genre de transport.

6° Chaque carte doit être dressée et signée par l'envoyeur et ne peut servir que pour un seul colis; même si le poids d'une expédition composée de 2 colis ne dépassait pas 25 kilogrammes, il faudrait employer 2 cartes de transport.

7° Chaque colis expédié au moyen d'une carte de transport ne pourra peser plus de 100 kilogrammes, ni avoir les dimensions supérieures à un mètre, pour des dimensions plus grandes, il faudra une autorisation spéciale de la gare de départ.

8° Les cartes de transport, devront être, par les soins de l'envoyeur, fixées solidement aux colis, de façon qu'elles ne puissent se détacher en cours de voyage, et l'envoyeur y inscrira lui-même clairement *son nom et son adresse, ceux du destinataire, le poids du colis en kilogrammes et la nature* de la marchandise, afin d'faciliter les opérations du contrôle de la taxe.

Tout inconvénient résultant d'une fausse déclaration dans la nature de la marchandise sera à charge de l'envoyeur.

9° Sont exclus du transport les matières inflammables, explosives, dangereuses ou nuisibles.

10° La taxe pour les colis devant arriver à la station de Turin sera payée par la Société, contre remboursement de la part du destinataire.

11° Les colis d'un poids supérieur à 100 kilogrammes et ceux auxquels a été appliquée une carte de transport d'une valeur non correspondante à leur poids ne seront pas expédiés et resteront à la station de départ, à la disposition de l'envoyeur pendant un mois. Après ce délai, ils seront considérés comme abandonnés à la Société.

12° Quand le destinataire est introuvable ou qu'il se refuse à retirer les objets qui lui sont adressés, ceux-ci, s'ils sont de nature à se gâter facilement, seront immédiatement vendus par le chef de la gare d'arrivée. Le produit de la vente, déduction faite de tous frais, sera tenu pendant un mois à la disposition du destinataire; à l'expiration de ce délai, ce produit sera acquis à la Société.

Les objets de moindre valeur seront détenus par le chef de la gare d'arrivée à la disposition du destinataire pendant un mois, après quoi ils seront considérés comme abandonnés à la Société.

13° Pour le service spécial institué sans préjudice des autres services en vigueur pour le transport des **marchandises, la Société n'assume de responsabilité** d'aucune sorte, elle ne négligera cependant pas de veiller à ce qu'il soit effectué avec régularité et promptitude.

14° Les cartes de transport se vendent dans toutes les gares de la ligne, les expéditeurs peuvent en acquérir un certain nombre à la fois et les revendre aux personnes qui en auraient besoin. Elles sont valables pour deux ans à partir du jour où elles ont été achetées.

(1) Cet avis est imprimé en petits caractères de façon à être contenu tout entier sur le revers de chacune des cartes des modèles *A* et *B*.

ANNEXE *B*.

Note sur un système d'expédition de bagages et de marchandises prises en voyage par l'Administration des tramways à vapeur piémontais.

L'exploitation des tramways, destinée à porter le mouvement et à remplacer le camionnage jusque dans les plus petits centres, rencontre une difficulté pour faire le service de marchandises aux petites stations ou points d'arrêt, qui par leur peu d'importance ne méritent pas d'y placer un agent (qui le plus souvent ne ferait pas ses frais) pour le service d'expédition des marchandises.

Le système de cahiers à souche adopté pour le service des voyageurs a fait naître l'idée d'établir un cahier également à souche pour le service des bagages et marchandises pris en voyage; en voici la description extraite de l'*Ordre de service n° 35*, du 9 juin 1886 :

Afin de rendre possible le service d'expédition des marchandises et bagages aux stations qui, privées de personnel, n'ont pu jusqu'ici profiter des avantages de ce service, il est institué à partir du 1er juillet un nouveau service d'expédition qui sera confié aux chefs de train.

A cet effet, il a été préparé des cahiers, composés de 25 feuillets. Ces feuillets, établis sur le système des billets de voyageurs, se composent d'une souche et de deux coupons, repliés sur eux-mêmes, de façon qu'ils soient superposés exactement sur la souche et qu'en perçant celle-ci les deux coupons se trouvent percés également aux mêmes points qu'elle. (Voir fig. 1 et 2.)

Chaque feuille du cahier sert pour une expédition, et se divise en quatre petits tableaux représentant les limites de poids que doivent avoir les colis pour bénéficier des tarifs respectifs.

Ainsi, le premier de ces tableaux sert pour les colis dont le poids n'excède pas 25 kilogrammes; le deuxième pour les colis de 25 à 50 kilogrammes; le troisième pour les colis de 50 à 75, et le quatrième pour les colis de 75 à 100 kilogrammes. (Voir fig. 1.)

Les colis dépassant 100 kilogrammes ne sont pas admis à bénéficier des avantages de ce système, et doivent être présentés aux stations admises au service des marchandises.

Chaque tableau est subdivisé en trois rectangles représentant les limites de parcours : le premier sert pour les parcours non supérieurs à 20 kilomètres, le deuxième pour les parcours de 20 à 40 kilomètres, et enfin le troisième pour les parcours de 40 à 60 kilomètres.

Le service de ces expéditions est limité à une seule ligne. Si on présente un colis qui, pour arriver à destination, doit parcourir deux lignes, il sera fait deux expéditions distinctes.

Le tarif pour les colis ne dépassant pas 25 kilogrammes est de 25 centimes pour la première zone, de 35 pour la deuxième et de 45 pour la troisième. — Pour les colis de 25 à 50 kilogrammes, 35, 50 et 65 centimes; pour ceux de 50 à 75 kilogrammes, 45, 65, 85 centimes; enfin pour ceux de 75 à 100 kilogrammes, 55, 80, 85 centimes.

Au pied du deuxième et du quatrième tableau, il y a un rectangle destiné à la taxe pour le transport à domicile, qui est de 10 centimes pour les colis ne dépassant pas 50 kilogrammes et de 15 centimes pour ceux de 50 à 100 kilogrammes.

Ces livrets servent indifféremment pour les expéditions de bagages accompagnant le voyageur, ou pour les expéditions de marchandises, à condition que celles-ci ne soient pas dangereuses ou nuisibles.

Les bagages peuvent être expédiés de et pour n'importe quelle station; les marchandises, au contraire, peuvent être expédiées de n'importe quelle station, mais doivent être adressées à une station ouverte à ce service.

On ne fera usage des billets pour expédition de bagages ou marchandises que dans les cas d'absolue nécessité, dans les stations où il y a un agent, on fera autant que possible l'expédition au moyen du système ordinaire.

Les expéditions faites au moyen de ces coupons seront toujours affranchies au départ :

1° Au moment de la présentation d'une expédition, le chef de train demandera si le colis est accompagné par l'expéditeur ou non ;

2° Dans le premier cas, c'est-à-dire s'il s'agit de « bagages », le chef de train inscrira sur la souche et sur le premier coupon la station expéditrice et celle destinataire ; dans le deuxième cas, en outre des deux indications ci-dessus indiquées, il inscrira le nom du destinataire qui lui sera désigné par l'expéditeur ;

3° Le chef de train jugera ensuite d'une manière approximative du poids du colis, s'assurera de la bonne condition de l'emballage si l'expédition est faite comme marchandise, s'assurera également que la marchandise ne présente pas de danger pour la sécurité des voyageurs, et effectuera la taxe en perçant le triple billet dans le rectangle correspondant au poids et à la distance.

4° Ces expéditions seront toujours adressées « station restante », sauf dans le cas où l'expéditeur demandera qu'elles soient consignées à domicile, dans ce cas, il sera appliqué la taxe relative.

5° Après que l'acceptation et la taxation auront été terminées de la manière ci-dessus indiquée, le chef de train détachera le coupon sur lequel est indiqué « à remettre à l'envoyeur » et le donnera à l'expéditeur. L'autre coupon sera fixé au colis ;

6° Arrivé à destination, le chef de train remettra le colis au personnel de la station contre quittance, comme pour les autres expéditions ;

7° La délivrance du colis se fera contre remise de son coupon par l'expéditeur, si c'est un bagage ; si au contraire l'expédition est faite comme marchandise, on fera signer au destinataire au verso le coupon qui accompagne le colis ;

8° Les coupons seront envoyés à la direction tous les dix jours par les soins des chefs-station qui les ont retirés ;

9° La comptabilité des chefs de train pour les expéditions ci-dessus indiquées est la même que celle des receveurs pour les billets de voyageurs [1] ; seulement, l'encaissement étant assez minime, la liquidation se fera tous les dix jours ;

10° Les chefs de station distribueront autant que possible les cahiers déjà commencés, et ce afin de pouvoir envoyer le plus rapidement possible les souches à la direction, pour faire le contrôle.

Avantages du système. — La majeure partie des avantages indiqués pour les billets « voyageurs » [2] peuvent s'appliquer également au cahier pour expédition de bagages et de marchandises prises en voyage.

Son application a permis à la Compagnie d'activer le mouvement des marchandises dans les plus petites communes ou bourgades, où elle peut trouver dans le voisinage de la ligne une personne qui sache lire une adresse, et accepte de recevoir les marchandises à expédier et de remettre à domicile celles arrivées, suivant tarif.

Les résultats obtenus sont tels, qu'il est à souhaiter que ce système soit bientôt plus répandu.

Turin, 16 septembre 1887.

Le président du Conseil d'administration,
RODOLPHE COLMONT.

1 Voir annexe au *Compte rendu* de la XXXII° question.
2 Voir ibidem.

Compagnie générale des tramways à vapeur piémontais — Transport de bagages et marchandises

Km.	Fr. C
20	0 25
40	0 35
60	0 45
20	0 35
40	0 50
60	0 65
miciile	0 1
20	0 45
40	0 65
60	0 85
20	0 55
40	0 80
60	1 05
miciile	0 15

De

à

M.

Fr C	Km.	Kg.
0 25	20	Jusqu'à 25 kg.
0 35	40	
0 45	60	
0 35	20	De 25 à 50 kg.
0 50	40	
0 65	60	
0 10	A domicile	
0 45	20	De 50 à 75 kg.
0 65	40	
0 85	60	
0 55	20	De 75 à 100 kg.
0 80	40	
1 05	60	
0 15	A domicile	

06703

Coupon qui accompagne la marchandise et qui est retiré par la station destinataire.

Compagnie générale des tramways à vapeur piémontais — Transport de bagages et marchandises

L'usage de ce coupon pour les expéditions de bagages et de marchandises implique de la part de l'envoyeur la demande de l'application des tarifs spéciaux qui règlent ce service.

Kg	Km	Fr C
Jusqu'à 25 kg	20	0 25
	40	0 35
	60	0 45
De 25 à 50 kg.	20	0 35
	40	0 50
	60	0 65
A domicile		0 10
De 50 à 75 kg.	20	0 45
	40	0 65
	60	0 85
De 75 à 100 kg	20	0 55
	40	0 80
	60	1 05
A domicile		0 15

06703

COUPON
A REMETTRE A
L'ENVOYEUR.
(VOIR AU VERSO)

Fig. 1. — Recto du modèle de coupon pour l'expédition de bagages et de marchandises prises en voyage. (*Traduction*)

Import des expéditions effectuées
endéans les dix jours.

Signature du chef de train
à la fin de la journée.

Fr. [redacted]

A _____ *le* _____

Le chef de station qui signe à la fin des dix jours est tenu de vérifier les reports des
effectuées pendant ces dix jours pour l'expédier à la caisse au moyen du modèle

Quand la marchandise ne sera pas retirée par l'envoyeur lui-même, le destinatai
coupon, lequel sera retiré par les chefs contrôleurs pour être envoyé à la fin
du contrôle).

Timbre du chef de train.

Je soussigné déclar
au présent coupon et

N° 06703

Timbre du chef de train.

N° 06703

Dans le cas où l'
chandise ou son b
devra remettre à c

XVII
70

XVIIIe QUESTION

MANŒUVRES DE GARE

Quels sont les meilleurs moyens d'effectuer les manœuvres de gare, au point de vue de l'économie et de la sécurité?

XVIIIe QUESTION

TABLE DES MATIÈRES

EXPOSÉ

PAR LES CHEVALIERS J. BERTOLDO

INGÉNIEUR EN CHEF DES ATELIERS DU MATÉRIEL DES CHEMINS DE FER DE LA MÉDITERRANÉE (ITALIE)

ET F. SERENA

INGÉNIEUR INSPECTEUR DU MOUVEMENT ET DU TRAFIC

(PLANCHE XXVI)

AVANT-PROPOS.

Dans notre exposé, nous parlerons seulement des manœuvres des wagons à marchandises transportées à petite vitesse, car les manœuvres des voitures et celles des wagons à grande vitesse représentent presque toujours une dépense relativement peu élevée pour les Compagnies.

I. — OPÉRATIONS DE MANŒUVRE ET DIFFÉRENTS SYSTÈMES EMPLOYÉS POUR LEUR EXÉCUTION.

Par rapport à la nature des opérations qu'on doit faire subir aux wagons, les manœuvres se divisent en deux classes :

Les premières ont pour but d'enlever des trains les wagons vides ou chargés, et de les amener aux quais et dans les cours pour le chargement et le décher-

gement des marchandises, ou vice versa d'amener aux trains les wagons vides ou chargés provenant des quais et des cours.

Les secondes servent à classer par ligne et par groupes de stations les wagons des trains en formation. C'est ce qu'on appelle le triage.

Selon l'importance des manœuvres de la première classe, qui peuvent avoir lieu sur un faisceau de voies, on se sert :

a) D'hommes-manœuvres, avec le concours des aiguilles, des plaques tournantes et des chariots transbordeurs;

b) De chevaux, avec le concours desdits engins;

c) De machines de manutention, de cabestans hydrauliques et de chariots transbordeurs à vapeur, toujours avec le concours desdits engins.

Le triage, c'est-à-dire la manœuvre pour la formation des trains, se fait sur un faisceau de voies reliées entre elles au moyen d'aiguilles et aboutissant à la ligne dite du *tiroir*.

Cette ligne peut être *en palier* ou *en pente*. Dans le premier cas, c'est la machine de manutention qui amène les wagons de cette ligne sur celle de formation; mais si la ligne du tiroir est en pente, on fait agir la force de gravité au lieu de la machine.

Le système de triage par la gravité a joué un rôle très important dans les remaniements des grandes gares de triage qui ont été faites dans ces dernières années.

II. — ÀNALYSE DES COMMANDES DES AIGUILLES

dans la *Revue générale des chemins de fer* (année 1883); elle mérite à tous les points de vue d'être publiée [1].

2° *Documents communiqués par l'Administration des chemins de fer de l'État belge.*

A. — *Note de M. Michaux, inspecteur chef de service, sur le service des manœuvres par la gravité à la station d'Arlon.*

Il est à remarquer que dans cette gare les faisceaux de voies affectés à la réception et au triage des trains de marchandises qui arrivent des frontières et doivent former les trains vers l'intérieur du pays, sont disposés en sens inverse de ceux qui servent à garer et à trier les trains venant de l'intérieur du pays et dirigés vers les frontières.

La note, complétée de trois planches, donne une description exacte et intéressante de toutes les opérations de manœuvres qui se font à la gare d'Arlon; elle indique aussi les modifications aux voies qui ont été faites tout dernièrement, et la disposition des voies complémentaires qui seront exécutées au fur et à mesure de l'extension du trafic.

Enfin, la note de M. Michaux contient des données intéressantes sur les dépenses de réorganisation des voies de triage par la gravité et sur les économies qui en dérivent dans l'exploitation.

Cette seconde communication est d'importance moins générale que la précédente, mais elle mérite aussi d'être publiée parce qu'elle est une étude complète de l'installation d'une grande gare de triage par la gravité [2].

B. — *Rapport de M. Hainaut, chef de station, sur une visite de mission faite à la gare de* Saint-Géréon *près de Cologne, et propositions d'appliquer le système à la gare de formation de Montigny.*

Le rapport, en date du 20 avril 1887, est adressé à M. l'inspecteur général chargé de la direction de l'exploitation.

Pour la gare de Saint-Géréon, le rapporteur fait avant tout remarquer l'heureuse disposition des voies qui permet, sans entraver en rien les manœuvres du triage, le passage des trains de voyageurs et des trains directs qui ne font pas arrêt.

(1) Voir le *Bulletin de la Commission*, p. 549.
(2) Voir *Ibid.*, p. 553.

Ensuite, il analyse le travail de la gare de formation sous le point de vue de l'économie et de la rapidité.

Enfin, il soumet à l'examen de l'Administration quatre propositions différentes relatives au remaniement de la gare de Montigny, pour qu'elle choisisse en vue des dépenses et du travail de triage qu'on y voudrait faire.

Il est à regretter qu'aucune communication n'ait été faite sur les dispositions adoptées par les chemins de fer de l'État belge, et sur les résultats obtenus.

C. — *Rapport de M. Barré, inspecteur chef de service, sur la composition et la décomposition des trains par plaques tournantes.*

Ce rapport, en date du 25 novembre 1879, est adressé au comité d'administration des chemins de fer de l'État belge.

Il parle en général des avantages et des défauts du système de triage des trains à l'aide des plaques tournantes. Ensuite, il donne des indications pratiques, qui devaient servir pour l'étude des remaniements à faire dans la gare de triage de Tournai, en adoptant le système des plaques tournantes.

Cette note présente aujourd'hui peu d'intérêt au point de vue pratique, parce qu'on ne fait pas connaître si les dispositions proposées pour la gare de Tournai ont été adoptées par l'Administration et quels sont les résultats obtenus.

3° *Note de M. A. Lapierre, inspecteur général aux chemins de fer de l'État belge.*

sur place, une description sommaire de la gare de triage par la gravité installée à Milan-Porte-Simplon.

Les deux voies A et B sont affectées au passage des trains qui de la station de Milan-Porte-Garibaldi vont dans la direction de Milan-Porte-Tocinese ou vice versa.

Les voies se réunissent en une seule au point C.

Les voies de lancement I, II et III sont construites en dos d'âne avec les pentes indiquées dans la planche; les voies de triage sont disposées en patte d'oie, et elles portent les numéros de 1 à 30.

On a deux voies de manœuvre 31 et 32, et 18 voies de garage 33 à 50, disposées de côté et d'autre des voies A et B.

Les voies 51 à 55 sont affectées au service de transbordement des wagons mixtes; les voies 56 à 63 constituent un parc de dépôt pour les wagons vides et enfin les voies 64 et 65 sont affectées à un service spécial de manutention.

Comme annexe à la gare, il y a un dépôt pour les machines à marchandises.

Opérations aux trains en arrivée et triage par direction. — Le train qui arrive est reçu sur une voie de garage, où un chef-manœuvre indique à la craie sur la paroi des wagons leur destination.

Une locomotive de manœuvre amène ensuite le train sur le tiroir en palier EG et le refoule sur l'une ou l'autre des voies de lancement I, II, jusqu'à ce que tous les wagons se trouvent sur la pente du côté des voies de triage.

Alors on serre les freins, la locomotive s'en va, et on fait le triage par direction.

Triage par groupes de stations et manœuvre des trains triés. — Après avoir trié par direction un certain nombre de trains, la machine de manœuvre enlève les wagons de chaque ligne 1 à 19, et par la voie 31 ou 32 ainsi que le tiroir EG, les refoule sur la voie de lancement III, d'où on fait le triage par stations sur le faisceau 20 à 30.

Enfin, la machine vient prendre sur ce dernier faisceau les groupes des wagons en les disposant dans l'ordre fixé et les amène ensuite sur une voie de garage, où le train se trouve préparé pour le départ.

Accessoires. — 1. Le ralentissement et l'arrêt des wagons lancés sont obtenus à l'aide de bâtons introduits entre les boudins des roues et le longeron.

2. Les leviers des aiguilles des voies de triage 1 à 19 sont concentrés en un seul point (cabine *M*) par le système Saxby; par contre, les leviers du troisième

faisceau sont manœuvrés sur place, mais on est en train de concentrer aussi cette manœuvre.

Il existe également dans la gare trois autres cabines N, O, P, pour la manœuvre des aiguilles par le système Saxby.

3. Des voies de lancement, le chef d'équipe demande la voie pour les wagons en l'indiquant à la craie sur le premier tampon de la rame qui descend.

4. Pendant la nuit, les voies de lancement sont éclairées au moyen de trois phares, et les voies de triage, par trois lampes à réflecteur ([1]).

Données relatives aux installations de la gare et aux dépenses d'exploitation. — Longueur des voies de course, 2,600 mètres.

Longueur des voies de garage, de triage, dépôt de wagons, etc., 37,000 mètres, dont 4,500 mètres pour le dépôt des locomotives.

Aiguilles dans toute la gare, 144, dont 22 pour le dépôt des locomotives.

Dépenses d'installation, y compris le dépôt des locomotives, environ 4 millions de francs.

Dans le dernier trimestre de 1885, qui a été le premier d'un régulier fonctionnement de la gare, on a eu les résultats suivants :

Wagons arrivés par jour, 930, et wagons partis, 930, c'est-à-dire 1,860 wagons triés en arrivée et en départ.

Dépense journalière, 1,100 francs : ce qui emporte une dépense de 0.581 franc par wagon, dont 25 centimes pour le triage proprement dit.

Dans ces dépenses, on a compris :

1re NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'EST FRANÇAIS

Nous distinguerons deux catégories de gares : les gares de passage et les gares de bifurcation ou de formation de trains.

1° *Gares de passage.*

Pendant longtemps, la manœuvre des wagons dans ces gares a reposé sur l'emploi des plaques tournantes. Les trains prenaient ou laissaient, au passage, leurs wagons sur une voie de garage contiguë à la voie d'arrivée, sans que la manœuvre engageât jamais l'autre voie principale. Les wagons à expédier étaient amenés préalablement sur la voie de garage au départ, ou passés de la voie de garage à l'arrivée sur les autres voies de service à l'aide de plaques et d'une traversée perpendiculaire des deux voies principales.

Ce procédé, encore en usage dans nombre de gares anciennes, présente divers inconvénients. Il oblige à une double manœuvre, l'une par la machine du train, l'autre à bras d'homme pour amener le wagon sur la voie de chargement ou de déchargement. Si le wagon, à cause de son trop grand écartement, ne tourne pas sur la plaque, il doit être poussé, à bras d'homme, d'aiguille en aiguille jusqu'à la voie à laquelle il est destiné. Pareille manœuvre est longue, pénible si le personnel est peu nombreux, engage les voies principales pendant une certaine durée, et doit être renouvelée pour chaque wagon d'une longueur supérieure au diamètre de la plaque. Enfin, les traversées perpendiculaires se prêtent assez mal aux combinaisons d'enclenchement.

La Compagnie de l'Est a remédié à ces inconvénients, dans les nouvelles stations et dans les anciennes qu'on a eu l'occasion de remanier, par l'emploi des traversées obliques. La machine du train peut alors prendre ou laisser tous les wagons à la fois sur les voies elles-mêmes de chargement. Les manœuvres à bras sont réduites à des parcours insignifiants et le personnel peut être moins nombreux : voilà pour l'économie. D'autre part, une fois le train parti, il n'est plus nécessaire de faire traverser aux véhicules les voies principales : voilà pour la sécurité. Ajoutons, à ce

dernier point de vue, que les voies de service sont toujours, dans les nouvelles stations, isolées des voies de circulation à l'aide d'une voie de sécurité.

On a mis à l'essai divers systèmes de pousse-wagons. Aucun n'a donné jusqu'ici de résultats vraiment satisfaisants.

2° *Gares de bifurcation ou de formation de trains.*

Il ne nous paraît pas possible d'indiquer, d'une manière générale, pour cette catégorie de gares, quels sont les moyens les plus économiques d'effectuer les manœuvres. Le choix à faire dépend, en effet, de la disposition des voies et autres installations, de l'importance du mouvement, de la nature même du trafic, etc. Ce que nous pouvons dire, c'est que la Compagnie de l'Est s'est préoccupée de rendre ces manœuvres aussi simples et aussi économiques que possible, et qu'elle use, suivant les cas, des manœuvres à bras, des chevaux, des machines de gares, des chariots transbordeurs à vapeur, du système du triage par la gravité, enfin des cabestans hydrauliques. Des deux premiers systèmes, nous n'avons rien à dire, ils sont employés partout ; nous dirons seulement quelques mots de chacun des autres procédés.

Machines de gares. — Lorsque le mouvement des wagons atteint un certain chiffre, au lieu d'augmenter outre mesure le nombre des chevaux, il est plus avantageux d'avoir recours à l'emploi d'une ou plusieurs machines de gare, qui servent alors à la formation des trains, à leur décomposition et au classement des wagons sur les voies de service. On n'en est pas moins souvent obligé de conserver un ou deux chevaux pour tourner les wagons sur plaques aux abords des halles et des quais.

Chariot transbordeur à vapeur. — Dans certaines grandes gares, la Compagnie de l'Est fait usage du chariot transbordeur à vapeur. Il existe des chariots à vapeur dans les gares de Noisy-le-Sec, Pantin, Avricourt, Petit-Croix, Pagny-sur-Moselle, Epinal et Varangeville.

Cet engin mécanique convient lorsqu'il s'agit de distribuer des wagons isolés sous plusieurs halles ou quais et de faire face à un trafic assez considérable. Il permet de faire passer d'une voie à une autre tous les wagons indistinctement, quel que soit l'écartement des essieux, ce qui n'est pas toujours possible avec les plaques. Mais s'il présente quelques avantages, il faut bien reconnaître qu'il a aussi des inconvénients. Notamment, il ne peut manœuvrer qu'en un seul point à la fois, il immobilise sur chaque voie une longueur de rails notable, enfin, s'il survient au chariot une avarie grave, la partie de la gare qu'il dessert peut être réduite à l'inaction pour une durée plus ou moins longue.

Tout en conservant les chariots à vapeur actuellement en service, la Compagnie de l'Est n'a pas l'intention d'en étendre l'emploi à de nouvelles gares. Elle se propose de mettre à l'essai, à bref délai, une machine de manutention du genre de celles qu'emploie la Compagnie du Nord et qui donnent sur ce réseau d'excellents résultats.

Cette machine de manutention, qui n'est autre qu'une petite locomotive du poids de 10 tonnes environ, peut traîner en palier 90 à 100 tonnes ; elle est munie d'un cabestan mu par la vapeur de sorte qu'elle peut agir comme locomotive ou comme cabestan, soit en s'attelant directement au wagon, soit en se fixant et en faisant mouvoir le wagon à l'aide d'un cable. Cette machine tourne elle-même sur les plaques, même de faible diamètre, avec le secours de poupées fixes et renvoi autour desquelles on enroule le cable. Elle sert aussi, soit à virer les wagons, soit à manœuvrer un chariot transbordeur installé sur une traversée.

Les services variés que peut rendre cette machine, puisqu'elle fait office indistinctement

chevaux, de machine de gare, de chariots à vapeur, sa grande mobilité qui lui permet de se porter sur tous les points d'une gare, nous font penser que l'essai projeté donnera de bons résultats.

Système de triage par la gravité. — Après examen des divers systèmes employés tant en Allemagne et en Belgique qu'en France, la Compagnie de l'Est a adopté le système de triage par la gravité avec voie de tiroir en dos d'âne. — Les avantages de ce système sont indiqués dans une étude publiée par la *Revue générale des chemins de fer* (année 1882, fascicules 2 et 3).

Actuellement, le triage des wagons par la gravité se pratique dans les gares suivantes : Chaumont, Nancy, Avricourt, Reims, Is-sur-Tille, Longuyon, Longwy, Châlons, Noisy-le-Sec, Belfort, Langres, etc., et la Compagnie se propose d'étendre successivement la méthode à toutes les gares où la disposition des voies s'y prêtera.

La pente du dos d'âne située du côté du faisceau commence après la première aiguille ; elle varie de 12 et 15 millimètres par mètre sur une longueur de 30 à 90 mètres. La contre-pente est variable suivant la différence de niveau à regagner. Généralement, les voies de triage se continuent sur une grande partie de leur longueur en pente plus faible. Pour plus de clarté, nous donnons ci-annexé un tableau indiquant les conditions suivant lesquelles les pentes des voies ont été calculées dans les gares citées plus haut. Les différences que présente ce tableau tiennent surtout de ce que l'on a dû tenir compte des courbes plus ou moins prononcées des voies du faisceau.

Les leviers des aiguilles ont été concentrés en un seul point, pour rendre leur manœuvre plus rapide et éviter à l'aiguilleur de traverser constamment les voies.

Au début, le ralentissement et l'arrêt des wagons lancés étaient obtenus à l'aide de bâtons introduits pendant la course des wagons entre les boudins des roues et le longeron. Depuis trois ans. on a trouvé plus avantageux de faire usage de sabots-freins, déjà employés dans les gares allemandes, à raison de deux sabots par voie.

L'un des grands avantages que nous avons tirés de ces voies est de faire faire le triage des wagons par la machine même du train qui les a amenés. Dès son arrivée, le train est refoulé sur la voie de tiroir, et, durant le refoulement qui a lieu à une faible vitesse, les wagons sont décrochés à mesure qu'ils approchent du sommet du dos d'âne, et, de là, s'égrènent sur les diverses voies du faisceau.

Les dépenses d'installation sont relativement peu élevées ; elles ont été couvertes, dans certaines gares, dès la première année, par les économies réalisées sur les heures de manœuvre à la machine.

Cabestans hydrauliques. — Une application des cabestans hydrauliques vient d'être inaugurée par la Compagnie de l'Est dans la gare des marchandises de La Villette. Ces appareils sont en service depuis trop peu de temps pour qu'il nous soit possible d'en apprécier les résultats.

Annexe. — Application du système de triage par la gravité.

Calcul des hauteurs de chute.

GARES.	PENTE de m/m	PENTE sur m/	Hauteur partielle de chute.	Longueur totale de la pente.	Hauteur totale de chute.
Chaumont (garage)	12	30	0.36	125	0m93
	6	95	0.57		
Nancy	13.6	78	1.06	168	1 49
	7 2	32	0.23		
	4.7	32	0 15		
	2	26	0.05		
Avricourt	15	90	1.35	160	1 42
	1	70	0.07		
Reims	12	53	0 63	175	1 11
	4	122	0.48		
Is-sur-Tille — Voie de lancement côté Dijon	12	36	0 43	206	1 35
	4	230	0.92		
Is-sur-Tille — Voie de lancement côté Chalindrey	13	84	1.09	84	1 09
Longuyon	15	42	0 63	361	1 42
	2 5	319	0 79		

[redacted]

2e NOTE

PAR

L'ADMINISTRATION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT BELGE

(PLANCHES XXVII ET XXVIII)

SERVICE DES MANŒUVRES PAR LA GRAVITÉ A LA STATION D'ARLON.

L'ensemble des installations à Arlon comprend trois parties distinctes : l'ancienne gare, limitée à la planche XXVII par les points A et A, la gare aux minerais et la gare aux cokes.

Les voies de l'ancienne gare, au nombre de onze, sont affectées au service local (voyageurs et marchandises) et au passage des trains directs. En dehors du service local, ce n'est en quelque sorte qu'une gare de passage, où les trains formés à la gare aux minerais subissent une dernière visite avant leur départ. En sens inverse, c'est-à-dire de l'intérieur du pays vers les frontières de l'Est et de l'Alsace, les trains de cabotage et de transbordement seulement y font arrêt ; les autres trains, composés presque exclusivement de wagons pour au delà d'Arlon, ne font que traverser l'ancienne gare pour se rendre sur les voies d'arrivée de la gare aux cokes.

Le personnel de l'ancienne gare se compose, pour assurer le service du mouvement le jour, d'un sous-chef de station, d'un agréé, d'un chef-manœuvre et d'un manœuvre. Le service de nuit est assuré par un même nombre d'agents. Une machine de manœuvres travaille jour et nuit à cette gare. Les aiguilles et les signaux sont manœuvrés par des leviers du système Saxby.

La gare dite *aux minerais*, comprise entre les points B et B (pl. XXVII), à gauche des voies principales des frontières vers l'intérieur du pays, se compose de quatre voies pour la réception des trains (D à D), d'un faisceau de douze voies en patte d'oie (E à E) pour la décomposition des rames de wagons venant des frontières et pour la formation des trains en destination des principales lignes de notre réseau.

A l'exception de deux trains définitivement formés à Athus, et qui se rendent directement à l'ancienne gare par les voies principales, tous les trains de marchandises venant des frontières de Sterpenich ou d'Athus, au nombre de 26, sont reçus sur les quatre voies susdites (D à D), où la machine de manœuvres vient les prendre pour les décomposer et les reformer par direction et les classer dans l'ordre topographique des stations. Les wagons arrivent pêle-mêle des frontières et chaque train donne lieu à de nombreuses manœuvres de décomposition.

Jusque dans ces derniers temps, chaque rame de wagons venant des frontières était, préalable-

ment à sa décomposition, conduite des voies de réception (D et D) sur le plan incliné (F à F), situé en avant de la patte d'oie. Les voies établies sur ce plan avaient la longueur et l'inclinaison indiquées à la planche XXVII.

Dans le principe, le but était de supprimer la machine de manœuvres pour la décomposition des rames amenées sur le plan; les machines les ayant remorquées jusqu'à Arlon, les auraient amenées sur le plan au lieu de les déposer sur les voies de réception (D et D), où elles sont reprises par la machine de manœuvres, et il aurait suffi, une fois la rame maintenue en place, de lâcher successivement les freins des wagons décrochés de cette rame, pour leur permettre de s'échapper du plan et de se diriger sur l'une ou l'autre des voies de la patte d'oie; mais, dès les premiers essais, des difficultés de toute sorte ont surgi, qui ont fait renoncer définitivement à l'idée de manœuvrer sans machine. On aurait néanmoins pu vaincre la plupart de ces difficultés, si tous les wagons avaient été munis de freins à vis ou à bascule, et surtout si le trafic, au lieu de prendre en très peu de temps une extension que rien ne pouvait faire prévoir, était resté ce qu'il était à l'époque où l'on avait conçu l'idée du plan. En un mot, le service ne pouvait s'accommoder des lenteurs du travail effectué sans machine.

On a donc continué à décomposer les rames de wagons au moyen d'une machine, indispensable pour retenir la rame sur le plan et nécessaire pour donner à chaque wagon, au moment du décrochage, une légère impulsion, facilitant cette opération et permettant en même temps au wagon de prendre une allure suffisante pour ne pas être rejoint en deçà des croisements par le wagon suivant.

Mais le plan étant trop incliné, les machines, en sortant des voies de réception, ne le gravissaient qu'avec lenteur, les wagons qui s'en échappaient roulaient parfois avec trop de vitesse, d'autant plus que la machine, entraînée par sa charge, n'obéissait que difficilement aux signaux des décrocheurs, bref, on brisait beaucoup de matériel, car il n'était pas possible au personnel, fort restreint à cette époque, de toujours assurer le freinage de plusieurs wagons roulant en même temps sur des voies différentes.

L'amélioration gît tout entière dans le renforcement du personnel et dans la modification du plan. Celui-ci ne se compose plus que de deux voies (G et G) en rampe de 0m002 environ sur 399m65 et de 0m001 sur 33 mètres, que la machine de manœuvres gravit plus facilement.

Une voie en rampe suffit; la seconde voie n'a été construite que pour le cas où il serait nécessaire, dans les moments d'encombrement, de travailler simultanément avec deux machines. Les modifications apportées au plan ont laissé debout notre système de manœuvres.

C'est donc toujours sur cette voie en rampe que les trains, abandonnés sur les voies de réception par les machines qui les ont remorqués depuis les frontières, sont conduits préalablement à leur décomposition. Les wagons ou groupes de wagons sont ensuite successivement décrochés et poussés par la machine jusqu'à la naissance du faisceau de voies de la patte d'oie, à proximité de laquelle une partie de la voie, établie en dos d'âne très accentué, suffit à donner aux wagons l'impulsion voulue pour rouler jusqu'à l'extrémité des différentes voies en cul-de-sac formant la patte d'oie. Par un jeu d'excentriques, les wagons détachés à de très courts intervalles de la rame à décomposer roulent simultanément sur quatre, cinq et six voies différentes.

A première vue, on pourrait croire qu'il peut résulter fréquemment des prises en écharpe de ce passage continuel de wagons à la jonction des différentes voies de la patte d'oie. Il n'en est rien. Il peut arriver qu'un wagon, pour une cause quelconque, ne franchisse pas le croisement avec la rapidité voulue, mais, dans ce cas, le wagon qui le suit est dirigé sur la même voie, et, s'il en est encore temps, n'est décroché de la rame à manœuvrer que quand le premier wagon a été poussé au delà dudit croisement.

Le nombre des voies de décomposition étant sensiblement insuffisant, aucune d'elles n'a une affectation spéciale. Un train pour Charleroi, par exemple, est formé indifféremment sur la première, deuxième, troisième ou quatrième voie, selon que l'une ou l'autre de ces voies est libre au moment de la formation du train en partance.

Dès que les travaux d'agrandissement décrétés seront terminés, les voies pourront avoir une affectation spéciale. Aujourd'hui, un chiffre à la craie tracé sur la traverse ou sur l'un des buttoirs de chaque groupe de wagons ou de chaque wagon roulant isolément, indique aux aiguilleurs la voie à donner; pendant la nuit, des coups de sifflet tiennent lieu de marques à la craie.

La décomposition d'un train de 35 wagons, comprenant en moyenne 15 manœuvres, se fait en moins de dix minutes, mais un train est loin d'être formé quand on a groupé sur une même voie tous les wagons devant entrer dans sa composition. Il reste le freinage, et si l'on n'a pas rencontré dans les opérations de décomposition les freins nécessaires pour les disposer réglementairement en queue, au milieu et en tête de chaque train, il faut procéder à des manœuvres de triage et d'accouplement qui absorbent beaucoup de temps.

Notre système de manœuvres n'occasionne pas d'accidents. Depuis que l'on a renforcé le personnel et que l'on a modifié l'inclinaison des voies, les dépenses en bris de matériel, qui s'élevaient autrefois à 2,500 francs par mois environ, sont tombées à quelques centaines de francs.

Il est vrai que le personnel se compose actuellement, à la gare aux minerais, de jour et de nuit, d'un chef-manœuvre, d'un décrocheur, d'un accrocheur et de deux freineurs, et que des blocs-traîneaux sont disposés à l'extrémité de chaque voie pour amortir éventuellement les chocs des wagons dont la marche n'aurait pu être modérée suffisamment par l'action des freins. Les wagons non munis de freins ne sont pas lancés isolément; ils sont dirigés sur une voie quelconque, avec d'autres wagons à frein, et repris, après la décomposition complète de la rame, par la machine de manœuvres, qui les refoule contre la rame à laquelle ils se rapportent. Une machine de jour et une de nuit suffisent pour assurer le service des manœuvres.

La moyenne journalière des wagons chargés et vides reçus des frontières est de 700. A part quelques-uns, destinés au service local, ils sont réexpédiés vers l'intérieur du pays par 28 trains — emportant chacun 27 wagons, chargés de 10 tonnes, — et par des trains spéciaux que l'on organise, les jours d'encombrement, pour suppléer à l'insuffisance des trains réguliers.

S'il est parfois nécessaire d'organiser de nombreux trains spéciaux, on supprime par contre certains trains facultatifs, quand les transports ne sont pas considérables.

La surveillance à la gare aux minerais est exercée de jour et de nuit par un sous-chef de station. Les annotations et écritures diverses, auxquelles donnent lieu la réception et l'expédition des trains, sont tenues par un facteur et un annotateur.

En résumé, l'organisation actuelle, tant de jour que de nuit, est parfaite. Il ne survient pas d'accidents au personnel et les irrégularités sont nulles. Quant aux avaries, elles sont réduites à un chiffre insignifiant.

La gare dite *aux cokes* ne diffère pas sensiblement de la gare aux minerais; son organisation en personnel, machines, etc., est identique. Il n'y a que le nombre de freineurs qui diffère. L'accrocheur pouvant, par suite de la disposition des voies, coopérer au freinage des wagons, un freineur en titre, de jour et de nuit, suffit à cette gare.

Les voies de la gare aux cokes étant affectées à la réception et à la décomposition des trains venant de l'intérieur du pays, et à la formation des trains vers les frontières de Sterpenich et d'Athus, sont disposées en sens inverse des voies de la gare aux minerais (C à C). (Pl. XXVII.)

La moyenne journalière des wagons à l'arrivée est de 700, dont une vingtaine pour le service local; les autres sont réexpédiés vers les frontières par 28 trains journaliers.

Quatre voies (H à H) sont affectées, comme à la gare aux minerais, à la réception des trains, dont le nombre est également de 28. Une patte d'oie (I à I), comprenant cinq voies seulement, mais beaucoup plus longues que celles de la gare aux minerais, sert à la décomposition des rames de wagons et à la formation des trains vers les frontières.

Les voies de décomposition sont évidemment insuffisantes, mais les wagons à manœuvrer étant en destination d'un nombre relativement restreint de stations, les voies actuelles permettent, en temps ordinaire, de faire face aux exigences du service.

Les voies de la gare aux cokes sont construites en pente légère, et la voie sur laquelle les rames à manœuvrer sont conduites en sortant des voies de réception des trains, est en palier sur sa plus grande longueur. Seulement, une partie de cette voie est établie en dos d'âne très prononcé, où les wagons acquièrent, comme à la gare aux minerais, assez d'impulsion pour rouler jusqu'à l'extrémité des voies de la patte d'oie. Ici, il est nécessaire que le wagon décroché soit refoulé chaque fois au delà du dos d'âne, tandis qu'à la gare aux minerais, un simple mouvement de recul suffit pour que le wagon décroché se détache de la rame et vienne seul dans les voies de manœuvre.

Les accidents aux personnes sont nuls et les avaries insignifiantes.

Le service se fait également à la gare aux cokes dans d'excellentes conditions.

Depuis la réorganisation du service à Arlon et l'extension de personnel qui en a été la conséquence, ainsi que la modification apportée aux voies de manœuvres du plan incliné, le résultat économique a été frappant. Voici des chiffres qui feront toucher du doigt ce que j'avance :

Les avaries au matériel aux gares de formation ont été, en avril 1882, de . .	fr.	1,981 60
— — — — — en avril 1883, de . . .		595 90
En moins en avril 1883. . .	fr.	1,385 70
En mai 1882, les avaries se sont montées à.	fr	2,303 45

[redacted]

gardes-excentriques et machines de gare, se subdivisent comme il est indiqué au tableau synoptique ci-annexé (1) et atteignent la somme de :

Pour la traction.	36,500
Pour les voies et travaux	19,345
Pour l'exploitation	38,978
Total. . . fr.	94,823

Les installations de la gare aux minerais et de la gare aux cokes étant trop exiguës, on les compléterа par l'établissement des voies marquées à la planche XXVII. Seulement on ne construira qu'une partie de ces voies cette année; les autres ne seront établies qu'au fur et à mesure de l'extension du trafic.

La superficie totale de la gare aux minerais, y compris les voies non exécutées, est de 7 hectares 12 ares, à raison de 15,000 francs l'hectare, soit . . . . . fr.		106,800.00
Dès que toutes les voies seront construites, il y en aura 53 comportant un développement de 12,429 mètres. — La pose des voies, déduction faite des appareils, donne lieu, à raison de 11,432 mètres cubes à fr. 0.70, à une dépense de	8,002.40	
La pose des appareils spéciaux (excentriques et croisements), au nombre de 124, donne lieu à une dépense de	1,860.00	
La fourniture et la mise en œuvre du ballast donne lieu à une dépense de 25,168.725 mètres cubes à fr. 1.40, soit	35,236.22	
Confection de heurtoirs, 41 à 35 francs, soit	1,435.00	
Total pour la main-d'œuvre . . . . . fr.		46,533.62
Valeur des matériaux à mettre en œuvre :		
Voie courante en rails d'acier posés sur billes en chêne de 0,313 mètres courants à 20 francs	206,260.00	
Parties de voies comprises entre les appareils, y compris les bois de fondation créosotés et tous les accessoires, 1,744 mètres à 21 francs.	36,624.00	
Excentriques en rails Vignole, y compris les bois de fondation créosotés et tous les accessoires :		
Type n° 1 : 5 pièces à 493 francs	2,465.00	
— 2 : 57 — 465 —	26,505.00	
Croisements en rails d'acier Vignole, y compris les rails extérieurs en acier, les contre-rails en fer, les bois de fondation créosotés et tous les accessoires :		
Type n° 2 : 17 pièces à 508 francs	8,636.00	
— 3 : 45 — 528 —	23,760.00	
Total pour la valeur des matériaux . . . . . fr.		304,250.00
Valeur des billes pour heurtoirs : 984 pièces à fr. 1.10		1,082.40
Locaux spéciaux servant à la gare de formation :		
1° Bureau des sous-chefs : 1		1,500.00
2° Loges en bois : 4 à 300 francs.		1,200.00
Total. . . fr.		461,366.02

(1) Voir annexe.

Les terrassements variant suivant la situation des lieux, il n'en est pas tenu compte dans la présente estimation. La moyenne du mètre cube de terrassement coûte 2 francs à Arlon.

Les prix ci-dessus indiquent le coût de la gare aux minerais seulement; la construction de la gare aux cokes peut être approximativement évaluée au même prix, soit donc pour les gares de formation fr. 461,366.02 × 2 = 922,732.04. L'exploitation annuelle coûte 94,823 francs.

L'inspecteur chef de service,
MICHAUX.

ANNEXE.

Organisation et rè gare de formation d'Arlon.

Gare aux cokes.

Service de jour.

SERVICE DE LA TRACTION.

1 machine de manœuvre.
Coût : 25 francs par jour.

9,125 francs
dépense annuelle.

SERVICE DE L'EXPLOITATION.

Nombre.	Qualités.	Rétribution.	Observation
1	Sous-chef de station .	2000 00	Traitement annuel.
1	Facteur	1450 00	
1	Annotateur	2 80	Salaires journaliers.
1	Chef-manœuvre . .	3 20	
2	Manœuvres. . . .	5 60	
2	Freineurs	5 60	

9,728 francs
dépense annuelle.

SERVICE DES VOIES ET TRAVAUX.

Nombre.	Qualités.	Rétribution.	Observation
5	Gardes-excentriques .	13 00	Salaires journaliers.
2	Gardes-excentriques.	5 60	

6,789 francs
dépense annuelle.

Service de nuit.

SERVICE DE LA TRACTION.

1 machine de manœuvre.
Coût : 25 francs par nuit.

9,125 francs
dépense annuelle.

SERVICE DE L'EXPLOITATION.

Nombre.	Qualités.	Rétribution.	Observations.
1	Sous-chef de station .	2000 00	Traitements annuels.
1	Facteur	1450 00	
1	Annotateur	2 80	Salaires journaliers.
1	Chef manœuvre . .	3 00	
2	Manœuvres	5 60	
1	Freineur	2 80	

8,633 francs
dépense annuelle.

SERVICE DES VOIES ET TRAVAUX.

Nombre.	Qualités.	Rétribution.	Observations.
1	Garde-excentrique .	2 80	Salaires journaliers.
2	Gardes-excentriques.	5 20	

2,920 francs
dépense annuelle.

Report. . fr. 73,558

SERVICE TÉLÉGRAPHIQUE (renseignements, irrégularités, etc.)

Ce service est assuré par deux agréés communs aux deux garages.

Service de jour :	Salaire d'un agréé à 80 francs par mois, par an . . fr.	960	
— de nuit :	— — à 80 — — — . . .	960	
			1,920

SERVICE DES VOIES ET TRAVAUX.

Les dépenses pour gardiennage des excentriques (10 postes) se répartissent comme suit :

Gare aux minerais.

Service de jour.	Salaires de cinq gardes-excentriques à 2 fr. 60 c. par jour, par an . . . . . fr.	4,745	
	Salaires de deux gardes-excentriques à 2 fr. 80 c. par jour, par an	2,044	
			6,789
Service de nuit.	Salaires de six gardes-excentriques à 2 fr. 60 c. par jour, par an . . . . . fr.	5,694	
	Salaires d'un garde-excentrique à 2 fr. 80 c. par jour, par an	1,022	
			6,716

Gare aux cokes.

Service de jour.	Salaires de deux gardes-excentriques à 2 fr. 60 c. par jour, par an . . . . . fr.	1,898	
	Salaires d'un garde-excentrique à 2 fr. 80 c. par jour,	[illegible]	

DISCUSSION EN SECTION

(3e SECTION)

Séance du 23 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. DARAGANE

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. A. JACQMIN

SECRÉTAIRES DE SECTION CHARGÉS DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION :
MM. LES CHEV. BERTOLDO ET SERENA

M. le Président. Nous abordons la discussion de la question des manœuvres de gare. La parole est à M. le chevalier Serena, ingénieur, inspecteur du mouvement et du trafic à la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée.

M. Serena donne lecture de l'exposé qu'il a rédigé en collaboration avec M. Bertoldo, ingénieur en chef des ateliers et du matériel de la Société italienne des chemins de fer de la Méditerranée, et qui a été publié dans le *Bulletin* (1).

— La discussion est ouverte.

M. René Picard (*France*). Je n'ai pas de chiffres à vous donner parce que je suis obligé d'avouer que je ne m'attendais pas à prendre la parole sur cette question. Je n'ai rien préparé. Cependant, je crois pouvoir fournir quelques renseignements intéressants sur la question des gares de triage, qui a été très étudiée chez nous. Je vous prierai, messieurs, de vous reporter à des documents qui ont été publiés et que je m'empresserai de fournir aux membres de la section qui en témoigneraient le désir.

(1) Voir vol. I, n° 8, août 1887, 1er fasc., p. 543 et pl. XIII.

Le réseau Paris-Lyon-Méditerranée est très étendu et extrêmement accidenté. Il présente toute espèce de situations et de difficultés au point de vue du matériel roulant et de sa répartition. Sur la ligne de Saint-Étienne, nous avons commencé, il y a plus de trente ans, le triage par la gravité à la gare de Terrenoire. La ligne offre une pente générale d'une dizaine de millimètres. Nous avons fait entrer les trains à la partie supérieure de la gare de Terrenoire par des aiguilles prises par la pointe. Les machines se dégagent et, comme toute la gare est en pente générale de 14 millimètres, on lance les wagons après les avoir séparés en groupes de deux ou trois wagons ou en wagons isolés. Ces wagons viennent se trier sur un premier gril qui contient 7 ou 8 voies. On procède là à un premier lotissement. Ces wagons sont accompagnés par des hommes qui se tiennent sur le petit marchepied et, au moyen de freins à vis ou de freins à levier, arrêtent les wagons à l'endroit voulu. On les répartit ensuite selon leur destination et on recommence le triage de la même façon sur un second gril, puis sur un troisième. On arrive ainsi à faire autant de lots qu'il y a de voies multipliées par le nombre de grils.

Ce système, qui, comme je l'ai dit, est déjà en usage chez nous depuis trente ans, fonctionne très bien. Il a été imité (sans probablement que l'on sût que nous l'employions) par le North-Western, à Edge Hill, près de Liverpool, où je l'ai vu fonctionner il y a quelques années.

Quelque temps après, dans la vallée du Rhône, il y a vingt ou vingt-cinq ans, nous avons établi des gares de triage, où l'opération se fait exclusivement par les machines. La gare est absolument plane, le triage se fait au moyen d'une, de deux

Il y a deux lignes de chariots à vapeur qui font le triage en même temps que les machines font les mêmes opérations au moyen des manœuvres en tête des faisceaux.

M. Rœderer, sous-chef d'exploitation, a bien voulu se charger d'examiner quels étaient de tous ces systèmes le plus économique. Le résultat de ses travaux, très minutieux et très intéressants, a été publié dans la *Revue générale des chemins de fer* vers la fin de 1883. Vous le retrouverez très facilement en vous reportant à cette année [1]. Ce qu'il y a de plus curieux, c'est que M. Rœderer a pu conclure que tous ces systèmes, comme prix de revient final, donnaient des résultats équivalents comme dépense.

A la suite de la Compagnie de l'Est, nous avons cherché à appliquer, sur notre réseau, le système de gare de triage par la gravité avec voies de tiroir en dos d'âne : c'est le système employé par la Compagnie italienne de la Méditerranée à la gare de Milan-Porte-Simplon, que nous visiterons ce soir. Nous avons en même temps pris le frein-sabot. A la gare de Perigny, près de Dijon, et à la gare de Montceau-les-Mines, près du Creuzot, nous avons installé deux gares de triage dans le genre de celles que l'Est français a établies avant nous et qui sont, je le répète, en dos d'âne et avec freins-sabots. Nous avons tout de suite constaté qu'il ne fallait placer les freins-sabots que sur de bonnes voies, car si on les place sur des rails en mauvais état, ils sont culbutés au bout de quelques mètres de parcours et on déraille.

Un de nos agents supérieurs a eu l'idée de ne faire placer les freins-sabots que sur une des deux files de rails. Vous prenez une voie de réception dans un faisceau quelconque et vous avez la file de rails de gauche en bon état, que ce soient des rails en acier ou des rails en fer. L'autre file de rails peut être dans un état quelconque, puisqu'on ne place le frein-sabot que d'un seul côté, sur la file de gauche en regardant la tête du faisceau. Les hommes placent le frein-sabot avec la main droite et c'est pour cela que nous avons choisi ce côté-là. Quand le wagon ou un groupe de deux ou trois wagons arrive, on enlève le sabot et on le reporte un peu plus loin pour recevoir le nouveau wagon qui va se présenter. Quand nos hommes ont arrêté très rapidement des wagons sur la même voie, ils ne sont pas obligés de traverser les voies, puisque nous ne mettons pas les sabots des deux côtés.

La première fois que nous avons essayé ce système, nous pensions que nos wagons allaient éprouver des torsions considérables, que cela allait leur casser les

[1] Voir la *Revue générale des chemins de fer*, vol. VI, 1883, 2e semestre, p. 307.

reins. C'était une erreur. Nous n'avons pas constaté que nos wagons aient été plus détériorés : ni les boîtes à graisse, ni les plaques de garde, ni aucun organe de nos wagons n'a souffert de ce procédé.

Nous avons cherché à nous rendre compte de ce que nous coûtaient, par wagon, les gares de triage dans ces conditions. C'est, pensons-nous, près de la moitié du prix des autres systèmes.

Il est bien difficile, après une expérience qui ne date que d'environ un an ou dix-huit mois, de vous dire que nous sommes absolument sûrs de nos chiffres, mais nous croyons que c'est une question sur laquelle il faudra appeler l'attention du prochain Congrès. (*Interruption.*)

M. Barabant me demande si nous avons constaté un plus grand nombre d'accidents après l'usage de ce système en dos d'âne et avec freins-sabots et s'il y a plus de chocs soit sur les wagons, soit sur les heurtoirs. Au contraire. Nous n'avons plus ni déraillements, ni chocs, ni coups de tampon ; à peine un seul peut-être sur 150,000 coups C'est d'une sécurité absolue.

Le système du bâton, qui était en usage il y a un certain nombre d'années dans certaines gares à gravité, a disparu chez nous. Nous y avons renoncé parce qu'il est dangereux et casse tout.

Une fois ces principes bien établis, les trois services de la voie, de la traction et de l'exploitation, étant bien d'accord sur l'opportunité de ne plus faire, à l'avenir, sur notre réseau que des gares de triage avec voies de tiroir à dos d'âne, et avec l'usage du frein-sabot sur un seul rail, — ce qui donne une grande économie, puisque sur l'autre ligne de rails on emploie les vieux rails qu'on use à fond, — nous nous sommes demandé, M. Garet et moi, comment nous ferions une gare nouvelle à gravité si nous avions le terrain libre devant nous. Il s'est trouvé que nous avons justement besoin de faire une gare nouvelle dans les environs de Marseille, à Miramas. Elle est décidée. Le plan est arrêté et je vais vous en faire une description sommaire. Nous appelons sur ce projet l'examen et les critiques de nos collègues.

Cette gare tout entière avec un dépôt va être placée entre les voies principales 1 et 2 de la grande ligne de Paris à Marseille. Nous les écarterons de plusieurs centaines de mètres. Je vais vous dire pourquoi.

Prenez un train partant de Marseille. Il est en salade, comme nous disons. Tous les wagons sont mis pêle-mêle. Les gares de Marseille ne peuvent faire aucun triage. La place fait défaut et le terrain est cher. A mesure qu'un wagon est chargé, on forme le train, tous les wagons étant pêle-mêle. Le train part pour Miramas, où il défilera sur la voie et fera une grande courbe.

laissant à sa droite cette énorme gare qu'il dépassera. Il trouvera un signal d'arrêt et de refoulement qui lui dira : Vous avez dégagé l'aiguille prise par le talon de la voie de tiroir qui vous est destinée; vous pouvez refouler. Le train refoulera sur la pente de 5 millimètres pour monter au sommet du dos d'âne. Il s'arrêtera tout entier sur la pente de 5 millimètres. Là, on coupera les wagons par tranches ou par wagons isolés, pour les lancer sur leur voie respective. Ceci fait, la machine refoulera en trois ou quatre minutes; et, à mesure qu'elle arrivera au sommet du dos d'âne, elle poussera les wagons sur la pente de 8 ou 10 millimètres qui est de l'autre côté. Les wagons filent par la gravité; ils se mettent en marche assez lentement, puis prennent une accélération suffisante pour franchir les aiguilles du faisceau et prendre la voie sur laquelle ils doivent être lancés. Ils rencontrent là le frein-sabot et s'arrêtent.

Nous ne nous sommes pas contentés de cette disposition. Nous avons voulu que, quand les trains sortiraient du faisceau réformés, on pût interrompre le service du triage par les tiroirs le moins longtemps possible. Quand un train est placé sur une des voies du faisceau de triage, quand il en sort, il faut forcément interrompre le lancement des wagons sur ce faisceau. Autrefois, nous sortions par la voie de tiroir elle-même et il fallait qu'elle fût dégagée. Nous avons établi une voie spéciale de sortie pour chaque faisceau de triage. Elle vient tomber sur la voie principale n° 2 au delà de l'entrée par refoulement de la voie de tiroir, de façon à ne pas gêner les manœuvres d'un autre train qui se présenterait. Cela constitue une gare fort longue. Le dépôt sera dans l'intérieur, de sorte que nous n'aurons aucun cisaillement.

Un train de marchandises arrive, on l'arrête au point voulu, on fait le signal de refoulement; le mécanicien a dégagé la voie principale, c'est fini; on n'entend plus parler du train, il n'y a aucune espèce de cisaillement sur la voie, ni pour mettre le train en tête des machines, ni pour le retour des machines au dépôt. Le train a disparu dans cette grande gare et n'en ressortira que sous une autre forme, recomposé en d'autres trains.

J'espère que, dans quelques années, nous pourrons vous montrer ce système fonctionnant.

Je vous demande pardon de vous avoir entretenus un peu longtemps, mais vous êtes si indulgents que vous m'excuserez de m'être laissé trop facilement entraîner.

M. le Président. Nous ne pouvons que vous remercier d'une communication aussi intéressante.

M. Philippe (*Belgique*). Avez-vous quelque idée du nombre d'aiguilleurs qui vous faudra?

M. René Picard. Un par faisceau. M. Bachelet va vous montrer ce soir quelque chose que nous n'avons pas encore pu voir en France : c'est une gare de triage dans laquelle les aiguilles de faisceau sont non seulement réunies, mais encore enclanchées avec les signaux qui indiquent quelle est la voie ouverte par l'aiguilleur. Nous n'avions pas l'intention de faire cela; nous réunissons simplement toutes les aiguilles sur une petite plate-forme, un seul homme fait toute la manœuvre. Nous n'avons comme homme exposé que celui qui met le frein-sabot. Que peut-il lui arriver? Absolument rien si les wagons ne déraillent pas. Depuis que nous trions avec le frein-sabot, nous avons eu à Périgny trois ou quatre déraillements; mais personne n'a été blessé. Je crois que cet ensemble de dispositions réalise presque la perfection ou du moins la perfection actuelle, car nos successeurs trouveront peut-être que nous étions des gens encore bien ignorants. Mais enfin, pour le moment, ces dispositions sont, je crois, ce que l'on peut faire de mieux au point de vue de la sûreté de nos hommes et de l'économie.

M. Philippe. Vous avez un faisceau pour chacune des voies principales et correspondant à chacune de ces voies?

M. René Picard. Nous en avons plus d'un.

M. Philippe. Disposés en sens inverse?

M. René Picard. Parfaitement. Les deux faisceaux travaillent indépendants l'un de l'autre. Quand on sort, c'est toujours par une voie seule.

M. Philippe. Dans les gares que la Compagnie du Nord a faites en Belgique, nous avions aussi, dans le principe, prévu les sorties par les voies en pente. Nous avions des faisceaux de triage desservis uniquement par quatre voies en pente.

Nous avons modifié cela, afin de ne pas interrompre le travail et à cause aussi des difficultés de sortie que nous rencontrions avec de lourdes charges. Les machines souffraient beaucoup lorsqu'elles devaient gravir des rampes de 10. Nous avons donc installé la sortie, indépendante du plan incliné, par une rampe plus douce.

M. René Picard. Je ne prétends pas que nous ayons inventé tout cela; j'ai voulu simplement vous faire part du résultat de nos études. Nous n'avons rien inventé, mais nous avons appliqué le système dans des proportions considérables.

Nous avons une grande expérience en ces matières, parce que nous avons quatre-vingt-cinq mille wagons à faire manœuvrer chaque jour.

Un membre. Combien avez-vous de voies à Miramas?

M. René Picard. Il y a dix-huit voies, parce qu'il y a dix-huit lots à faire dans la direction du Nord. Dans la direction opposée, celle de Marseille, nous avons à faire le lot de Marseille, qui se compose de quatre parties. Nous avons le lot de Nice, de la partie de Cannes à Nice. Il doit y avoir de dix-huit à vingt lots dans le sens pair et de dix à douze lots dans le sens impair. Dans nos grandes gares de triage, nous avons souvent plusieurs faisceaux qui font la même chose. Nous pouvons citer comme exemple trois faisceaux pairs de la gare de Portes : quand les trains du Midi donnent en grand, tous ceux qui arrivent à Portes viennent de la rive droite de la ligne. A cause du phylloxéra, ces grands mouvements ne se produisent plus guère.

M. Barabant (*France*). Quelles sont les considérations qui vous ont amenés à choisir une pente de 5 millimètres pour monter à un dos d'âne et de 8 à 10 millimètres ailleurs?

M. René Picard. C'est que notre grande ligne a 5 millimètres de pente. Il ne faut pas que nos machines restent en plan en refoulant. Du moment où nous avons 5 millimètres sur la ligne principale, on ne doit pas avoir plus de 5 millimètres sur la ligne d'accès du dos d'âne. Pour la pente de 8 à 10 ou 12 millimètres, nous avons essayé de trouver une formule.

Si la gare de triage est un peu en courbe, si les têtes de faisceaux sont très élargies, si les angles des cœurs d'aiguilles sont très ouverts, il faut une pente plus forte. Si, au contraire, on a un faisceau très allongé, si les cœurs d'aiguilles sont faibles et l'éventail étroit, pas n'est besoin de la même hauteur de chute.

Dans la vallée du Rhône, il y a aussi la direction du vent régnant habituellement, le vent de mistral, dont on doit tenir compte. A Miramas, dans la direction du vent de mistral, nous allons être obligés d'avoir une pente plus forte, car quand il donnera sur le dos de nos wagons en marche, il les arrêtera dans une proportion sensible.

Il y a un moyen simple de s'en tirer. Il suffit de dire au service de la voie : Étudiez l'affaire avec le chef de la gare de triage et faites la pente voulue. On peut même la modifier l'été ou l'hiver, il n'y a qu'à bourrer quelques parties de la voie.

On ne peut adopter de formule absolue, mais la pente doit avoir 8 à 10 millimètres; à moins de 8, cela ne va plus; à plus de 12, les wagons auraient une vitesse trop grande.

Le frein-sabot fonctionne admirablement; c'est une chose remarquable à voir. Au bout de quelque temps, il inspire une confiance absolue. C'est vraiment un bel instrument. Depuis dix-huit mois que nous l'employons à Périgny sur de bons rails en fer, ils ne paraissent pas s'user.

M. A. Jacqmin. Si j'ai bien compris votre exposé, à la gare de Miramas c'est la machine même du train qui ferait le triage?

M. René Picard. Parfaitement.

M. Barabant. Avez-vous fait des expériences sur les difficultés qui peuvent résulter du mode de graissage employé? Chez nous, nous avons de grandes difficultés avec les wagons graissés à la graisse. Nous sommes obligés d'arrêter la manœuvre et de faire pousser par la machine les wagons de l'Ouest, par exemple, qui ne sont pas graissés à l'huile.

M. René Picard. Nous avons peu de wagons de l'Ouest chez nous. Nous avons surtout des wagons de l'Orléans et du Midi. Tous marchent à l'huile avec un réservoir de sûreté de graisse. M. Barabant demande si certains systèmes de graissage n'amènent pas l'insuffisance d'élan du wagon sur le plan incliné. Des wagons graissés à la graisse roulent moins bien que des wagons graissés à l'huile. Il est évident que quand on arrive au sommet du dos d'âne et qu'on rencontre des wagons, si le wagon a des difficultés de roulement, s'il ne marche pas, s'il s'arrête sur les changements de voie, on est obligé d'interrompre l'opération, d'appeler les hommes qui sont au frein-sabot, de dégager la voie, de pousser le wagon et de l'amener à bras à son poste. Mais les Compagnies qui nous entourent graissent à l'huile comme nous.

M. le Président. N'y a-t-il rien à dire sur les modes et les moyens d'avoir la sécurité dans les plus petites gares où l'on continuera à faire du triage par la machine, par les chevaux ou à bras d'homme? Est-ce une chose tellement facile qu'on n'ait point à discuter ce sujet?

M. Bachelet (*Italie*). Avec la circulation des chemins de fer, qui tend à augmenter tous les jours, je crois que le mode le plus sage est de supprimer le triage par les plaques tournantes et par les hommes et d'arriver à établir le triage par la

gravité, parce qu'on fait ainsi le travail plus vite et avec plus de sécurité. C'est le moyen le plus pratique quand on a de grandes masses de wagons à manœuvrer, à l'approche des bifurcations principales ou des grands centres de trafic, comme les ports de mer. Nous sommes obligés, nous, de sortir du port de Gênes comme nous pouvons, et puis de trouver un point quelconque où il soit possible de recomposer nos trains en tenant compte des directions. C'est pour cela que nous avons construit une grande gare de triage à Novi, qui est un point de bifurcation de deux lignes principales très importantes, l'une qui va à Alexandrie et dans le Piémont, l'autre qui va à Milan et dans l'Italie centrale. Nous faisons là un grand triage : il y a un faisceau de dix-huit voies, dans le sens de Gênes, où nous avons, non seulement le mouvement du port, mais beaucoup de bifurcations. Pour parvenir à manœuvrer la grande quantité de wagons qui arrivent là, nous employons le triage par la gravité, qui est le plus avantageux, même au point de vue de la sécurité. Nous avons un moyen d'activer encore le travail la nuit, c'est notre éclairage électrique appliqué aux faisceaux de triage.

M. A. Jacqmin. Ne pensez-vous pas que ces conclusions en faveur du triage par la gravité, système dont je suis absolument partisan, d'ailleurs, sont un peu absolues; et que, dans certains cas spéciaux pour desservir certaines gares, comme les stations douanières, par exemple, le triage par chariots à vapeur ou par plaques est préférable? La gravité est un moyen excellent pour décomposer les trains, mais quand il s'agit d'amener les wagons à quai, les autres systèmes s'imposent parfois.

M. René Picard. Au Paris-Lyon-Méditerranée, nous n'appelons triage que la formation des lots. Du moment qu'il s'agit de répartir les trains dans les gares, pour nous, ce n'est plus du triage. Quand nous parlons de gares de triage, nous parlons de grandes gares dans lesquelles on fait les lots. On groupe les wagons qui doivent aller à une autre gare. Dans l'intérieur de cette autre gare, on les répartit le long des quais, dans les halles, etc., etc. Ceci, ce n'est plus le triage.

M. A. Jacqmin. Comme la question qui nous est soumise est intitulée : *Manœuvres de gare*, après avoir expliqué l'utilité du triage par la gravité pour les gares de formation, il serait intéressant de parler de la façon dont les wagons sont manœuvrés pour être conduits aux différents quais d'une grande gare, soit au moyen de chevaux, soit à bras, soit par chariots à vapeur, soit au moyen des machines spéciales employées par la Compagnie du Nord.

M. Philippe. Nous n'avons traité que les gares de formation.

M. René Picard. Est-ce le mot juste? La gare de Marseille forme des trains, puisqu'elle en envoie cinquante par jour; mais elle ne trie pas. Je n'ai pas voulu parler des gares de formation, mais exclusivement des gares de triage, des gares dans lesquelles on reçoit des trains, on les déforme et on les reforme. Si vous le voulez, nous appellerons gares de triage celles dans lesquelles on défait les trains pour les refaire.

M. le Président. La question qui nous est soumise est plus générale.

M. René Picard. Aussi, il faut donner la parole à mes collègues qui ont à nous entretenir de sujets que je n'ai pas traités.

M. Bachelet. Nous n'avons parlé que des gares où l'on fait le triage, c'est-à-dire la décomposition et la recomposition des trains, et où il n'y a pas de wagons destinés à être déchargés ou à aller aux quais; mais telle gare, qui est un point extrême, peut être considérée comme gare de formation.

Vous êtes à Paris, par exemple, et vous avez un train de marchandises à former avec tous les wagons qui ont été chargés aux différents quais de la gare. Vous êtes obligé de manœuvrer ces wagons pour former un train complet. Dans ce cas, le système des chariots à vapeur est très commode. Il faut également, pour certaines manœuvres isolées, employer des chevaux parce qu'on ne pourrait peut-être pas manœuvrer par le chariot à vapeur tous les wagons qui auraient été chargés sur les quais ou sur des quais spéciaux. A la gare de formation, où l'on [illegible]

M. René Picard. J'ai lu ce travail; je crois que nous pouvons en adopter les conclusions sous une simple réserve, c'est que nous ne prendrons pas les chiffres limites indiqués par M. Sartiaux comme des formules absolues : c'est un à peu près. Mais sous le bénéfice de cette observation que ces chiffres peuvent être modifiés par des circonstances locales, le prix des chevaux, le prix de la journée des hommes, etc., je crois que nous pouvons admettre les résultats de ce travail, qui est fort bien fait.

M. Pol. Lefèvre (*France*). Je demande la permission de faire une exception au sujet de l'emploi des machines de manutention. A la Compagnie de l'Ouest, nous avons mis en service un certain nombre de ces petites machines à deux essieux portant un treuil et tournant sur plaques. A notre gare de Batignolles, le rendement de la machine de manutention paraît notablement supérieur aux limites indiquées dans le rapport de M. Sartiaux. On devrait donc pousser à l'emploi de ces machines, qui permettent d'obtenir des mouvements plus rapides que les chariots à vapeur, avec une dépense moindre. Le Nord emploie ces machines en grand et en utilise près de quatre-vingts dans diverses gares.

M. René Picard. Nous allons commencer à expérimenter ce système à la gare de Bercy.

M. Bachelet. Je suis aussi très favorable à la machine dont on vient de parler parce qu'elle se déplace facilement. Elle est mobile et peut, grâce à cela, aller travailler dans un coin quelconque. C'est excellent.

M. Pol. Lefèvre. Parfaitement; cette machine peut changer de voie soit par aiguille, soit par plaque tournante, et passer d'un endroit dans un autre comme un cheval. C'est un grand avantage.

M. le Président. Je tiens à signaler aux membres de la section un appareil employé sur les lignes américaines et à l'aide duquel une machine peut remorquer des wagons placés sur la voie parallèle, contiguë à celle qu'elle occupe, ou même sur la voie suivante.

La description de cet appareil se trouve dans l'*Ingénieur*, journal du ministère des voies de communication de l'empire de Russie, fascicule de mars 1887.

Messieurs, nous venons d'entendre, sur la question des manœuvres, des communications très intéressantes. Je crois que nous pouvons clore la discussion sur ce point. (*Assentiment.*)

Séance du 24 septembre 1887

Présidence de M. DARAGANE

Secrétaire principal : M. A. JACQMIN

Secrétaires de section chargés de l'exposé de la question :
MM. les chev. BERTOLDO et SERENA

La séance est ouverte à 9 heures 45 minutes.

M. A. Jacqmin, secrétaire, donne lecture du projet de conclusions à présenter à l'assemblée plénière.

M. le Président. N'y a-t-il pas d'observations?

M. René Picard. Il y a un passage où M. le secrétaire parle de machines de manutention. Je crains qu'on ne saisisse pas bien.

M. Bachelet. Cela se comprend d'autant moins qu'en Italie le mot : « manutention » s'applique à l'entretien de la voie.

M. René Picard. Pour que tous nos collègues comprennent, employons une périphrase et mettons : « Machines munies d'un treuil, destinées à faire les manœuvres. »

DISCUSSION EN SÉANCE PLÉNIÈRE

Séance du 24 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. LE COMM. BRIOSCHI

M. le Président. M. Jacqmin s'est chargé de présenter à l'assemblée plénière le résumé des discussions de la 3e section sur la question XVIII. Je le prie de donner lecture de son rapport.

M. A. Jacqmin. L'exposé de cette question a été fait par MM. le chevalier Bertoldo, ingénieur, chef des ateliers du matériel des chemins de fer de la Méditerranée (Italie), et le chevalier Serena, ingénieur, inspecteur du mouvement et du trafic des mêmes chemins de fer.

Les manœuvres de gare ont pour objet, soit de classer les wagons à expédier dans les trains en partance, de manière à éviter autant que possible les remaniements ultérieurs, soit de retirer des trains à l'arrivée les wagons destinés à la gare et de les conduire à la place qu'ils doivent occuper pour y être déchargés ou pour y stationner en attendant leur réexpédition.

En outre, des gares spéciales dites de triage ont été créées pour permettre de réunir les wagons en provenance de plusieurs directions de manière à en former des trains complets et à obtenir ainsi une meilleure utilisation du matériel.

Les gares de triage sont les plus importantes au point de vue des manœuvres, puisqu'il ne s'y fait point à proprement parler d'autre service.

Les opérations de triage peuvent se faire au moyen de machines de manœuvre qui conduisent le train à décomposer sur une voie spéciale appelée voie de tiroir et refoulent successivement sur les différentes voies d'un faisceau les wagons à séparer les uns des autres.

Les voies du faisceau sont généralement réunies à une certaine distance des

aiguillages par une ou plusieurs files de plaques tournantes ou par des chariots à vapeur.

Dans d'autres gares, on utilise la pesanteur comme force motrice pour faciliter les opérations de triage; les wagons sont conduits sur une voie en pente d'où on les lance successivement sur les différentes voies du faisceau pendant que la machine de manœuvre va chercher une autre rame à décomposer. Ailleurs, le train est refoulé lentement à la machine sur une voie disposée en dos d'âne : au fur et à mesure que les wagons arrivent au sommet du dos d'âne, on les décroche, ils s'engagent sur la contre-pente et se séparent les uns des autres de manière à pouvoir franchir les différentes aiguilles. Cette opération peut être effectuée par la machine même du train à la suite du mouvement de garage proprement dit, on évite ainsi l'emploi des machines de manœuvre tout au moins pour les opérations de débranchement.

Ce système de manœuvre, connu sous le nom de triage par la gravité, est appliqué aujourd'hui sur un très grand nombre de réseaux; il donne partout d'excellents résultats; la sécurité, obtenue au moyen de freins-sabots, est pour ainsi dire absolue, la dépense est beaucoup plus faible qu'avec les anciennes méthodes; enfin, la rapidité des opérations augmente considérablement le rendement de la gare.

Pour les manœuvres de wagons isolés, on emploie les bras, les chevaux, les machines spéciales de manutention, — qui ne sont autre chose que des machines légères munies d'un treuil, — le chariot à vapeur et enfin les installations hydrauliques.

Une note parue en 1880 dans la *Revue générale des chemins de fer* sous la

signalée : il permet d'établir des gares à plusieurs étages, telles que les gares de Broad-street à Londres, de Paris-Bercy, etc. ; il donne ainsi la faculté de doubler en quelque sorte l'utilisation du terrain.

Tout système qui développe les moyens d'action dont une gare dispose sans exiger une augmentation de surface doit être considéré comme très intéressant, car son adoption pourra éviter, dans bien des cas, des travaux d'agrandissement qui occasionneraient des dépenses considérables. (*Applaudissements.*)

— Ces conclusions sont adoptées par l'assemblée.

XIXe QUESTION

ÉCLAIRAGE DES GARES

Quels sont les résultats des dernières expériences tentées pour l'éclairage des gares (gaz et électricité)?

XIXe QUESTION

TABLE DES MATIÈRES

EXPOSÉ

PAR L. WEISSENBRUCH

INGÉNIEUR AU MINISTÈRE DES CHEMINS DE FER, POSTES ET TÉLÉGRAPHES DE BELGIQUE

(PLANCHES XXIX, XXX ET XXXI)

PREMIÈRE PARTIE

EXPOSÉ SOMMAIRE DES ÉLÉMENTS DE LA QUESTION

INTRODUCTION.

On trouvera résumés dans la deuxième partie de ce travail les renseignements que diverses Administrations de chemins de fer ont bien voulu fournir sur l'éclairage de leurs gares.

Ces renseignements, bien incomplets cependant, prouveront, mieux que nous ne pourrions le faire, l'importance prise aujourd'hui par la question qui nous occupe. Le temps n'est plus où les trains s'arrêtaient devant des hangars hâtivement construits, et où le soir quelques lampes fumeuses servaient de points de repère aux voyageurs, au milieu de l'obscurité des voies.

De nos jours, dans les communes desservies par le chemin de fer, la station a pris rang dans la vie publique à côté de la mairie, et les gares des villes impor-

tantes sont devenues de grands monuments auxquels il serait impossible de ne pas appliquer les moyens d'éclairage les plus perfectionnés.

Mais à côté de ces nécessités *extérieures*, provenant des exigences toujours croissantes du public en matière de commodité, de confort et de luxe, il en est d'autres, non moins impérieuses, qui sont inhérentes à l'exploitation même des chemins de fer, où le travail de nuit prend tous les jours plus d'importance, surtout en ce qui concerne le trafic des marchandises. Il suffit d'observer, pendant quelques instants, le mouvement d'une gare de triage ou de formation, pour se rendre compte de l'entente parfaite qui est nécessaire afin d'assurer la régularité des manœuvres, pour s'apercevoir des dangers que courent à chaque instant les agents occupés à la formation et à la décomposition des convois, au chargement et au déchargement des wagons, ainsi qu'à toutes les manutentions en général. Or, le soir, dans la pénombre produite par quelques réverbères à pétrole ou à gaz, les difficultés de travail se multiplient et les dangers deviennent imminents.

Ainsi que nous le disions à la dernière session du Congrès dans la partie de notre rapport sur la question VI, relative à l'éclairage électrique, à 5 mètres d'un bec ordinaire de pétrole ou de gaz, il est impossible de lire une étiquette, à 10 mètres on n'aperçoit plus les barres d'excentrique; dans ces conditions, les réverbères n'ont d'autre utilité que d'aider les agents à se diriger dans le dédale des voies et les laissent dans l'obligation de porter partout avec eux des lanternes à la lumière vacillante.

La multiplicité des points lumineux, qui ne servent que de points de repère,

Toutes ces considérations ont, dans ces dernières années, déterminé plusieurs Compagnies de chemins de fer à éclairer, au moyen de foyers puissants, les grands espaces où des voies nombreuses sont consacrées à la formation des trains, au triage ou au déchargement des wagons.

Les témoignages ne manquent pas en faveur des avantages indirects retirés du surcroît de dépenses qui en est résulté pour elles. Ces témoignages cependant n'ont généralement que la valeur — parfois très grande, mais toujours discutable — d'une opinion personnelle : ils ne sont presque jamais appuyés de faits précis. A peine cite-t-on l'expérience, déjà un peu ancienne, de la gare de La Chapelle, où, d'après M. Sartiaux, l'emploi de l'éclairage électrique a relevé de 530 à 680 kilogrammes la capacité de travail des manœuvres, qui était de 850 kilogrammes pendant le jour. On pourrait ajouter que M. Niels, alors chef de station à Bruxelles-Allée-Verte, a constaté une diminution de 50 p. c. dans les *dévoyés*, par suite du placement de becs de gaz intensifs dans cette gare.

Certes, il est difficile d'établir des comparaisons probantes en pareille matière, puisqu'il n'est pas possible de trouver deux gares qui soient dans des conditions identiques. Afin d'avoir des statistiques dont on pût tirer des conclusions certaines, il faudrait que, dans une gare où l'on aurait employé un certain temps des appareils d'éclairage perfectionnés, on revînt aux anciens becs de pétrole ou de gaz, soit pendant un temps limité, soit pendant un jour sur deux; il faudrait que l'on relevât exactement dans chaque cas la capacité de travail des ouvriers, les accidents, les fausses manœuvres, les erreurs dans les expéditions, etc. Il y a quelque difficulté à réaliser cette expérience, car, dès que des moyens perfectionnés d'éclairage sont installés, le personnel s'y habitue si rapidement qu'il devient presque impossible de l'en priver. C'est là, il est vrai, le meilleur argument en faveur de leur nécessité.

Il serait cependant très utile de s'assurer quel est le montant de l'économie indirecte qu'un éclairage intense peut servir à réaliser. Les administrateurs de chemins de fer seraient alors à même d'autoriser en toute connaissance de cause, la dépense de premier établissement nécessaire.

L'utilité de l'expérience dont nous venons de parler et les moyens de sa réalisation seraient un premier point dont la discussion pourrait être abordée par le Congrès.

I. — Répartition de la lumière.

Jusqu'aujourd'hui, on s'est rarement servi de calculs pour la répartition de la lumière. C'est à peine s'il existe quelques règles empiriques pour trouver d'avance

le nombre de foyers nécessaires à un éclairage déterminé. On sait, par exemple, que sur un quai de voyageurs il faut $\frac{1}{m}$ bec de gaz par mètre carré, et dans une salle d'attente $\frac{1}{n}$ du même bec par mètre cube.

On comprend très bien qu'il en soit ainsi, alors que le but poursuivi est uniquement de produire une concentration de lumière en certains endroits, et non d'éclairer un espace de façon qu'aucun point ne soit laissé dans l'ombre.

Jusqu'en ces derniers temps, d'ailleurs, ce problème ne s'était jamais posé que pour les locaux fermés, et ici, l'emplacement des lustres ou des girandoles est surtout déterminé par des exigences architecturales : il faut, avant tout, que l'effet produit soit confortable et agréable à l'œil.

La question de l'éclairage est alors primée par celle de l'illumination, car l'aspect de nombreuses flammes nous fait croire à une intensité de lumière bien plus considérable que celle d'une flamme unique de la même puissance. On procède donc par comparaison avec des locaux à peu près semblables. Si le résultat est insuffisant, on ajoute quelques becs, ce qui est facile avec le gaz parce que l'on a grossi à dessein le diamètre des conduites. Parfois on constate aussi que l'éclairage est trop fort et l'on se borne à ne pas tout allumer.

Aujourd'hui que les progrès de la fabrication du gaz et de l'électricité ont vulgarisé les becs intensifs et les régulateurs puissants, le problème à résoudre, même pour l'éclairage des espaces ouverts, est presque toujours qu'une intensité de lumière déterminée soit partout répandue. Il faut, par exemple, que dans tous les points d'une salle d'attente ou d'un quai de voyageurs il soit possible de lire

Déjà l'Administration des chemins de fer de l'Etat belge a mis au concours l'éclairage de ses gares en laissant aux soumissionnaires le soin de dresser eux-mêmes le projet de l'installation, pourvu que la quantité minima de lumière à fournir fût partout de 1/50 de *carcel* dans les espaces découverts en général, de 1/15 de *carcel* sur les quais à voyageurs et de 1/8 de *carcel* dans les salles d'attente, salle des pas perdus, bureaux et ateliers. (Nous donnons quelques détails à ce sujet dans la deuxième partie de ce travail).

Ceci nous amène à remarquer qu'il n'existe point d'unité d'éclairement *officielle*. M. Preece, dans son rapport sur l'éclairage électrique des rues de Londres [1], a déjà signalé cette lacune; il a proposé de prendre comme unité la lumière émise à un mètre de distance par une lampe carcel étalon et de lui donner le nom de *lux*.

C'est la même unité que l'État belge appelle un *carcel*. Cette dernière expression est évidemment de nature à produire des confusions et doit être écartée, mais on pourrait la remplacer par le mot composé *carcel-mètre* afin d'éviter la création d'un mot nouveau.

C'est encore là un point digne d'être soumis à l'appréciation des membres du Congrès.

Mais cette question est trop intimement liée aux unités de pouvoir éclairant pour ne pas dire un mot de celles-ci.

Nous avons dû, afin de rendre comparables les renseignements qui nous sont parvenus, les ramener à la plus employée d'entre ces unités : le pouvoir éclairant de la lampe carcel brûlant 42 grammes d'huile de colza épurée avec une hauteur de flamme de 40 millimètres.

On admet généralement que :

$$1 \text{ carcel} \begin{cases} = 9.5 \text{ bougies normales anglaises de spermacéti;} \\ = 7.6 \quad — \quad — \quad \text{allemande de paraffine;} \\ = 8.6 \quad — \quad \text{de l'Étoile} \end{cases}$$

d'où l'on déduit que 1 bougie anglaise = 0.105 carcel; 1 bougie allemande = 0.132 carcel; 1 bougie de l'Étoile = 0.116 carcel.

Ces valeurs sont loin d'être celles trouvées par tous les expérimentateurs, car les divers étalons peuvent donner des variations atteignant 15 p. c. selon la

[1] Voir *La lumière électrique*, t. XVI, p. 205.

composition de la matière grasse, la texture de la mèche, etc. [1]. Il serait donc fort à désirer que — en conformité du vœu de la Conférence internationale des électriciens — l'on indiquât toujours la valeur du carcel ou de la bougie qui a servi aux mesures, en fonction de la nouvelle unité de lumière [2].

La façon dont les mesures ont été faites n'est pas indifférente. Les foyers lumineux en général n'ont pas la même puissance éclairante dans toutes les directions; mais cette observation a surtout une grande importance pour les régulateurs électriques. Ce qu'il importe de connaître, c'est l'*intensité moyenne sphérique* de chaque lampe, c'est-à-dire l'intensité que cette lampe posséderait pour une direction quelconque si, émettant la même quantité totale de lumière, son pouvoir éclairant était le même dans toutes les directions. Cette quantité s'obtiendrait rigoureusement en divisant la quantité totale de lumière reçue à la surface d'une sphère ayant pour centre le foyer à mesurer, par la surface de cette sphère. Mais une grande rigueur n'étant pas nécessaire, on emploie des formules approximatives.

Les cahiers des charges des adjudications d'éclairage électrique de l'État belge contiennent les règles suivantes :

« L'intensité moyenne sphérique équivaut :

a) Pour l'arc voltaïque proprement dit :

1° Pour les courants continus, à la moitié de l'intensité horizontale augmentée du quart de l'intensité prise sous un angle de 45° et considérée comme maximum d'après la formule $I = 1/2\ H + 1/4\ M$;

[illegible]

mesurée suivant un angle de 45°, au-dessous ou au-dessus du plan horizontal suivant le système de la lampe;

c) Pour les lampes à incandescence : aux trois quarts de l'intensité horizontale prise sous un angle de 45° relativement au plan du filament. »

Nous avons parlé plus haut des diverses intensités minima d'éclairement admises par les chemins de fer de l'État belge. Comment vérifie-t-on si elles sont réalisées? Pour déterminer directement par l'expérience le rapport entre les intensités lumineuses à mesurer et l'unité d'éclairement, M. Preece a combiné un appareil très simple. A cet effet, il a placé dans une boîte une petite lampe électrique à incandescence portative, alimentée par un courant facile à régler. Une des parois de la boîte contenait un écran en papier portant une tache de stéarine.

L'intensité du courant électrique — que l'on augmente ou que l'on diminue jusqu'à ce que la tache de graisse disparaisse — devient la mesure de l'intensité de l'éclairement, au point considéré.

Cette méthode a jusqu'ici été peu vulgarisée. Généralement, on se contente de déterminer le pouvoir éclairant des foyers lumineux I, de mesurer la hauteur de leur support ainsi que la distance *d* du point considéré au pied de ce support. On en déduit l'éclairement E par la formule :

$$E = \frac{I\,h}{\left(h^2 + d^2\right)^{\frac{3}{2}}} \quad [1]$$

qui est simplement la traduction algébrique de la loi de la répartition de la lumière [1].

[1] Un élément de surface *ds* intercepte un nombre de rayons lumineux proportionnel à sa surface projetée sur un plan normal à la direction de ces rayons. L'éclairement est aussi proportionnel à la puissance lumineuse du foyer, et inversement proportionnel à la distance de ce dernier, ce qui s'écrit avec les notations de la figure 1 :

$$\frac{I.\,ds \sin \alpha}{h^2 + d^2}$$

L'éclairement de l'unité de surface de l'élément *ds* est donc :

$$E = \frac{I \sin \alpha}{h^2 + d^2} \text{ ou } \frac{I\,h}{(h^2 + d^2)\sqrt{h^2 + d^2}} = \frac{I\,h}{\left(h^2 + d^2\right)^{\frac{3}{2}}} \quad [1]$$

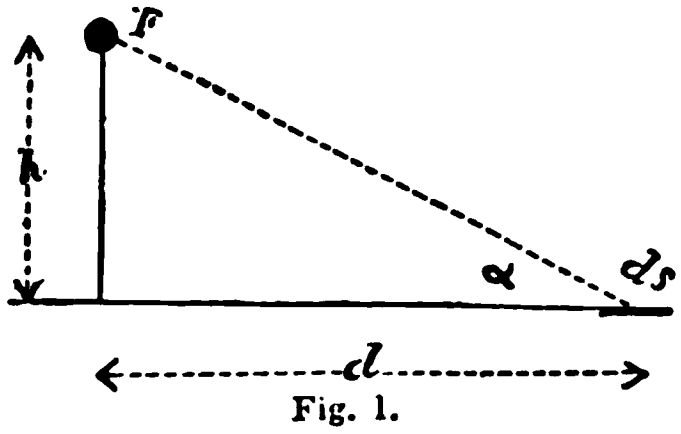


Fig. 1.

car $\sqrt{h^2 + d^2}.\sin \alpha = h$

On peut aussi écrire

$$E = \frac{I \sin \alpha}{d^2 (1 + tg^2 \alpha)} = \frac{I \cos^2 \alpha \sin \alpha}{d^2} \quad [2]$$

Cette formule montre que l'intensité d'éclairement du sol, E, diminue très rapidement à partir du pied du candélabre. Si en chaque point on portait sur la verticale une longueur égale à l'intensité de l'éclairement en ce point, on obtiendrait une surface, dont la figure 2 indique, en trait plein, la courbe de section par un plan vertical passant par le foyer lumineux.

Fig. 2.

On voit par ce diagramme avec quelle rapidité l'intensité lumineuse diminue quand on s'éloigne de la lampe, et l'on peut s'assurer par le calcul que si sa valeur est par exemple de 0.353 sous une incidence de 45°, elle se réduit à 0.0316 à une distance égale au double de la hauteur de la lampe.

Une autre cause vient encore diminuer l'intensité de l'éclairement : quand l'éclat de la lumière ne peut être supportée par les yeux, on applique au foyer un globe opalin dont la figure 2 indique en traits pointillés, la courbe d'éclairement. Les surfaces couvertes par les courbes donnent une idée de la perte de lumière résultant de l'emploi du globe, et cette perte atteint souvent 50 p. c.

Pour remédier aux deux causes, que nous venons de signaler, de l'affaiblissement rapide de la lumière proportionnellement à la distance, on a souvent cherché à

L'influence de la lanterne dioptrique de M. Trotter est démontrée par la figure 2 qui indique par des lignes horizontales le redressement des courbes d'éclairement sous l'influence de cet appareil.

On voit que l'intensité d'éclairement est augmentée à une certaine distance du foyer, mais d'autre part elle est diminuée dans une plus forte proportion vers le pied du candélabre. Aussi l'œil, qui ne peut embrasser toute la quantité de lumière émise, s'y trompe, et ce n'est qu'au moyen de mesures photométriques précises qu'il est possible de se former une idée vraie de l'efficacité du système.

Il va sans dire que l'appareil de M. Trotter ne pourra pas être appliqué dans tous les cas. Il est relativement compliqué et délicat, et son prix de revient est assez élevé.

Il existe aussi un grand nombre de systèmes de réflecteurs pour arriver à distribuer utilement les rayons perdus en les réfléchissant sur des surfaces blanches ou brillantes. Nous citerons spécialement le réflecteur elliptique de la Compagnie du Nord dont nous parlerons plus en détail dans la 2e partie de ce travail.

Il peut aussi être parfois très utile de projeter une grande quantité de lumière dans une direction donnée. Ce cas s'est présenté à la gare de Milan, Porte Simplon, dont les voies de triage, formant une espace triangulaire de 180 mètres de base et 335 à 370 de hauteur, sont éclairées par 3 foyers placés au sommet du triangle et munis de réflecteurs puissants. (Voir fig. 21, pl. XXX et fig. 28, pl. XXXI.)

Mais revenons à l'application de la formule [1]. L'éclairage d'un point quelconque est la résultante de l'effet combiné de toutes les lampes avoisinantes dont les rayons tombent sur ce point. Il serait généralement assez difficile de calculer minutieusement cette résultante.

Heureusement il suffit, dans la pratique, de déterminer l'éclairement des points les moins éclairés, et cela n'offre aucune difficulté surtout si les foyers sont tous d'égale puissance lumineuse. On considère deux foyers voisins comme isolés et on calcule la lumière reçue par le point milieu de leur intervalle.

On peut tirer de la même formule une règle importante. En effet, supposons que l'on ait adopté des foyers d'une intensité déterminée, placés à une certaine distance l'un de l'autre. Il restera à fixer leur hauteur pour que le sol soit aussi uniformément éclairé que possible. Si on les place trop bas, le pied du support sera inondé de lumière, mais les objets placés à quelque distance seront presque

Nous n'avons pas à signaler ici les perfectionnements de détail réalisés récemment dans les dynamos et dans les lampes. Il nous suffira de faire cette remarque très générale que l'on emploie aujourd'hui exclusivement les courants continus pour les espaces découverts.

Pour l'intérieur des bâtiments, la lumière électrique constitue encore en général un éclairage de luxe. La solution est d'autant plus dispendieuse qu'il est difficile d'éviter l'emploi de lampes à incandescence autre part que dans les grandes salles. Encore dans celles-ci ne pourra-t-on employer que des bougies Jablochkoff, des lampes-soleil ou des lampes différentielles de faible intensité.

Or, l'on sait que la valeur économique des régulateurs de plus de 100 carcels, étant prise comme unité, celle des bougies Jablochkoff est $\frac{1}{3}$ environ, et celle des lampes à incandescence $\frac{1}{10}$.

Il s'ensuit que la lutte s'établissant directement entre la lumière à incandescence et la lumière du gaz qui possède au même degré qu'elle la qualité de la divisibilité, il faut des circonstances spéciales pour que la seconde ne demeure pas victorieuse grâce à son prix de revient très souvent moins élevé.

Cependant, d'une part, la préexistence d'une installation électrique d'un moteur à vapeur ou de forces naturelles faciles à utiliser, permettra parfois d'allumer sans trop forte dépense des lampes à incandescence.

D'autre part, celles-ci peuvent s'imposer dans certains cas au point de vue de l'hygiène pour des locaux mal aérés, ou au point de vue de la prudence quand des incendies sont à craindre.

Enfin, la consommation annuelle du gaz peut dans bien des cas être réduite par une revision attentive des canalisations. (Voir aussi la 2e partie de ce travail.)

Éclairage à l'électricité.

Nous avons déjà étudié la question de l'éclairage des gares par l'électricité dans notre exposé de la question des applications de l'électricité aux chemins de fer à la première session du Congrès. Mais les sections qui devaient en aborder la discussion n'en ont pas eu le loisir.

Personne ne conteste plus aujourd'hui les grands avantages des foyers électriques puissants pour l'éclairage des grandes étendues de terrain découvert et, en général, de tous les espaces où doit être répandue une grande quantité de lumière. Ces avantages existent aussi dans une certaine mesure pour les foyers intensifs au gaz et nous l'avons déjà signalé. Mais le pouvoir éclairant de ces derniers atteint rarement 30 carcels, tandis que l'électricité permet d'employer très commodément des lampes différentielles de 40 à 500 carcels et des phares de 1,000 carcels, qu'on peut placer à toutes les hauteurs.

Or, on sait que pour obtenir une grande quantité de lumière, les foyers les plus puissants sont les plus économiques. Les chiffres suivants, tirés des expériences de la commission de l'Exposition de 1881, démontrent bien la proportion :

EXPÉRIENCES faites sur une installation de	INTENSITÉ LUMINEUSE moyenne sphérique en carcels par lampe.	CARCELS par cheval d'arc. (1)	CARCELS par cheval mécanique (1)
1 lampe Gramme	966	128.8	60.3
1 — Siemens	306	121.4	68 9
2 — —	205	129 3	77.2
3 — Gramme	167	121.6	61 8
5 — —	102	98.1	63.8
10 — Weston	85	85.0	65 3
3 — Burgin.	82	79 9	46.2
40 — Brush	39	71.7	52.1
38 — —		71.4	44.4
16 — —	38	63.3	45.4

(1) On désigne par *carcels par cheval d'arc* ou *travail des lampes*, l'énergie consommée par le courant en traversant les lampes ; on l'obtient par le calcul en multipliant l'intensité du courant par la différence de potentiel aux bornes d'une lampe, c'est donc EI/75 g. Ce chiffre donne une idée de la valeur même de la lampe. Le nombre de carcels par cheval mécanique donne la valeur de l'installation prise dans son ensemble.

Nous n'avons pas à signaler ici les perfectionne[illegible]
ment dans les dynamos et dans les lampes. Il nous suffira de [illegible]
très générale que l'on emploie aujourd'hui exclusivement les courants con[illegible]
pour les espaces découverts.

Pour l'intérieur des bâtiments, la lumière électrique constitue encore en général un éclairage de luxe. La solution est d'autant plus dispendieuse qu'il est difficile d'éviter l'emploi de lampes à incandescence autre part que dans les grandes salles. Encore dans celles-ci ne pourra-t-on employer que des bougies Jablochkoff, des lampes-soleil ou des lampes différentielles de faible intensité.

Or, l'on sait que la valeur économique des régulateurs de plus de 100 carcels, étant prise comme unité, celle des bougies Jablochkoff est $\frac{1}{3}$ environ, et celle des lampes à incandescence $\frac{1}{10}$.

Il s'ensuit que la lutte s'établissant directement entre la lumière à incandescence et la lumière du gaz qui possède au même degré qu'elle la qualité de la divisibilité, il faut des circonstances spéciales pour que la seconde ne demeure pas victorieuse grâce à son prix de revient très souvent moins élevé.

Cependant, d'une part, la préexistence d'une installation électrique d'un moteur à vapeur ou de forces naturelles faciles à utiliser, permettra parfois d'allumer sa[illegible] trop forte dépense des lampes à incandescence.

D'autre part, celles-ci peuvent s'imposer dans certains cas au point de vue de l'hygiène pour des locaux mal aérés, ou au point de vue de la prudence qu[illegible] des incendies sont à craindre.

La question du prix de revient a pour la lumière électrique une importance toute spéciale, car c'est le plus souvent l'élévation de la dépense qui conduit à rejeter ce genre d'éclairage ou à l'adopter, et une fois un système établi, il faut des motifs très sérieux pour en changer.

Nous donnons dans l'analyse qui suit cet exposé sommaire, quelques calculs détaillés du coût de l'éclairage électrique et des comparaisons avec le coût d'un éclairage au gaz équivalent.

Le tableau suivant dressé d'après les calculs de M. Decker de Nuremberg (1), met en évidence l'influence de diverses circonstances particulières sur le prix de revient de l'éclairage électrique, et spécialement celle du nombre d'heures d'allumage.

(1) Voir dans le *Wochenschrift des oesterr. Ingenieur und Architekten Vereines* la conférence donnée par M. A. Oelwein (1887, n° 19).

Les prix indiqués dans le graphique et le tableau qui précèdent n'ont qu'une valeur de comparaison, mais ils montrent clairement que la lumière électrique n'est produite dans des conditions économiques qu'à partir de 2,000 heures d'allumage par an.

Le motif en est surtout aux dépenses de premier établissement qui sont toujours très élevées à moins de circonstances spéciales telle que la préexistence d'un moteur à vapeur.

Il est à remarquer que dans le cas le plus général — celui où il est nécessaire d'établir une machine nouvelle — c'est surtout parce que l'intérêt et l'amortissement des frais de premier établissement se répartissent sur le petit nombre d'heures de nuit où fonctione l'éclairage, qu'ils constituent une charge écrasante.

S'il était possible de faire servir l'installation d'éclairage à une distribution simultanée de force motrice, le prix du foyer-heure serait beaucoup diminué.

Or on peut prévoir le temps où toute gare importante devra être pourvue d'une pareille distribution qui lui permettra à la fois de diminuer son personnel et d'activer le service des manœuvres.

Le réseau électrique serait alors utilisé : pendant le plus grand nombre d'heures, pour la distribution de la force motrice seule, à un certain moment pour la distribution simultanée de la force et de la lumière, et pendant une partie de la nuit pour celle de la lumière seulement. L'installation ne chômerait que pendant quelques heures par jour.

La question de la distribution électrique simultanée de la force et de la lumière préoccupe vivement les esprits, en ce moment, particulièrement en Amérique, où elle a fait l'objet de discussions importantes à la session de Philadelphie de l' « Association nationale des États-Unis pour l'éclairage électrique ».

Au point de vue de la comparaison de l'éclairage électrique et de l'éclairage au gaz le tableau précédent permet de formuler cette règle générale — n'excluant pas les exceptions — que pour 2,000 heures d'allumage par an l'électricité peut lutter avec le gaz, dès que le prix de ce dernier se rapproche de 20 centimes le mètre cube; la supériorité du gaz s'affirme quand son prix s'abaisse à 12 centimes.

Or, il est bon d'en faire la remarque, si le prix du gaz atteint dans plusieurs endroits 20 et 30 centimes, ce prix est dans beaucoup de localités, surtout en Belgique et en Angleterre, descendu à 12 ou 13 centimes; le coût réel de production est souvent en dessous de ce chiffre, puisque la Direction impériale de Hanovre l'obtient dans son usine particulière à 10 centimes toutes charges comprises.

Le prix de revient du gaz de la Compagnie parisienne serait même, d'après M. Delahaye, de 11 à 12 centimes, malgré l'élévation des charges municipales. Enfin,

un calcul que l'on trouve dans le *Traité d'électricité* de Cadiat et Dubost, porte ce même prix à 2 ½ centimes, dans une installation particulière où le gaz est consommé sur place.

On voit que la distance qui existe entre le prix de revient du gaz et son prix de vente rendra souvent la lutte difficile à l'électricité.

Cependant, il nous semble que, dans la comparaison des deux modes d'éclairage, on ne tient pas toujours assez compte de tous les éléments de la question.

Ainsi, dans les cahiers des charges de l'État belge, on s'est borné à imposer aux concurrents — gaziers ou électriciens — un éclairement minimum d'un cinquantième de carcel-mètre par exemple, en un point quelconque d'un espace découvert.

Or, il est certain que le résultat ainsi obtenu sera très différent si l'on choisit de faibles ou de puissants foyers; dans ce dernier cas, il y aura un bien plus petit nombre de points qui ne recevront que l'éclairement minimum. En un mot, en établissant des parallèles entre le gaz et l'électricité et même entre les petits et les grands foyers électriques, on ne tient pas assez compte, croyons-nous, de la différence dans la qualité de l'éclairage obtenu [1].

On ne fait pas non plus entrer en ligne les économies indirectes que ce meilleur éclairage peut faire réaliser : économie dans le nombre de bras de manœuvres, économie dans l'importance des avaries au matériel, économie par suite de la diminution des erreurs, des *dévoyés* et des vols, et enfin, économie par suite de l'instantanéité de l'allumage, qui permet d'en retarder chaque jour quelque peu le moment.

Qu'il nous soit permis, en terminant, de nous excuser de n'avoir pu exposer d'une façon plus concise et plus complète la question qui nous a été confiée. Mais

DEUXIÈME PARTIE

—

ANALYSE DES RENSEIGNEMENTS RECUEILLIS

I. — Éclairage a l'huile.

Considérations générales.

L'érection d'une usine à gaz ne pouvant se faire sans l'existence d'un assez grand nombre de consommateurs, l'huile est — et sera longtemps encore — le seul moyen d'éclairage des gares qui ne sont pas situées à proximité d'une agglomération importante ; et comme les stations de ce genre sont en majorité, il s'ensuit que, dans les chemins de fer, l'éclairage à l'huile est la règle générale.

L'huile de colza, qui était autrefois presque la seule en usage, a été peu à peu détrônée par le pétrole. C'est là un phénomène général dont les causes sont trop connues pour qu'il puisse être utile de les rappeler. L'huile de colza est cependant encore employée dans quelques cas particuliers, par exemple pour les gares en bois qui subsistent sur le réseau de l'Est français et pour les halles à marchandises de la Compagnie italienne de la Méditerranée.

La substitution du pétrole à l'huile grasse, quoique déjà ancienne dans certains pays, en Belgique, par exemple, l'est beaucoup moins dans d'autres. En France même, le chemin de fer de l'Ouest n'a adopté l'huile minérale qu'en 1874, et l'État français ne l'a imité, croyons-nous, que l'année passée.

Brûleurs.

Il serait utile de connaître la consommation horaire, le pouvoir éclairant, etc., des brûleurs à pétrole employés par les diverses Administrations. Malheureusement, nous n'avons pu nous procurer à ce sujet que des renseignements très incomplets. Le tableau suivant n'a d'autre but que de montrer la façon dont on pourrait grouper les données dont il s'agit si l'on parvenait à en réunir d'assez complètes pour que ce groupement fût intéressant.

TABLEAU 1.

DÉSIGNATION de L'ADMINISTRATION	DÉSIGNATION du BRULEUR.	Diamètre ou largeur du bec (Millimètres.)	Consommation horaire. (Grammes.)	Intensité lumineuse. (Carcels.)	DESTINATION.	HAUTEUR (mètres		ESPACEMENT (mètres	
						dans les voies.	dans les hangars, quais etc.	dans les voies.	dans les hangars, etc
Nord français.	Blasy de 7 lignes.	15.8	20	0.75	Pour l'extérieur .	2	2.50	variable	15 à 20
	Blasy	16	»	»	Bureaux. . . .	»	»	»	»
État belge	A mèche plate .	22	30	»	Extérieur . . .	»	»	»	»
	A mèche plate .	15	20	»	Bureaux	»	»	»	»
Grand Central Belge . .	A mèche plate .	23	21	0.88	Tous usages . .	1.80 à 3.20	1.30	15 à 30	8 à 15
	Id. ronde.	24	32	1 01	Id. . .		2.40		
État français	Masson (rond. .	»	20	0.47 1'	Extérieur . . .	1.70	1.70	25	10 à 20
	Type spécial d'atelier	»	25	0 600	Intérieur. . . .	»	»	»	
Ouest français	A mèche plate .	22	25	1	Tous usages . .	»	3 à 2.25	»	5 à 10
Paris-Lyon-Méditerranée	A mèche plate .	»	22	»	Id. . .	»	»	»	»
Orléans	?	»	25	1	Id. . .	»	»	»	»
Midi français.	?	»	20	0.9	Id. . .	1 70	1.70	20 à 40	5 à 20
État hongrois.	A mèche plate .	12	15 4	»	Id. . .	»	»	»	»
	Id.	18	22 6	»	Id. . .	»	»	»	»
	Id.	25	32 5	»	Id. . .	»	»	»	»
	A mèche ronde .	20	1	»	Id. .	»	»	»	»

lans lesquelles se fait la fourniture des 450,000 kilogrammes employés annuellement par la Compagnie de l'Ouest français :

« L'huile de Pensylvanie, exempte de tous mélanges, doit être d'une densité de 795 à 805 à la température de 15° centigrades, et être inflammable au-dessous de 45°. L'huile — agitée avec une solution de bichromate de potasse acidifiée par 5 p. c. d'acide sulfurique — doit reprendre sa limpidité au bout de cinq minutes de repos. Le réactif précipité au fond du vase, ne peut se colorer en vert, ce qui serait la preuve d'une addition d'huile de schiste ou de Boghead. Un essai a lieu au moment de la réception et un autre quatre mois après. Les bidons pour l'emmagasinement sont plombés par l'agent réceptionnaire. Le prix de l'huile est établi d'après la moyenne des cours authentiques — pendant le mois de la livraison — du pétrole brut rendu sur la place du Havre ; cette moyenne est majorée d'une constante pour frais d'épuration, etc. »

Prix de revient.

Un exemple nous est donné par l'éclairage de la gare de transit d'Achères (Ouest français), entièrement éclairée au pétrole. Il s'y trouve 160 foyers, dont 55 intérieurs. La dépense s'établit comme suit, en 1886 :

Pétrole (à fr. 58.025 les 100 kilogrammes)	fr.	5,415
Main-d'œuvre pour préparation des appareils.		3,775
Réparations, entretien, mèches, etc.		1,260
Total. . . .	fr.	10,450
Par foyer et par an	fr.	65.31
Par foyer-heure (en supposant seulement 2,000 heures par an) . .		0.0327

L'intérêt et l'amortissement ne sont pas compris dans cette somme. La dépense de premier établissement étant de 9,525 francs, ils s'élèvent à 952 fr. 50 c. par an (10 p. c.), soit à 5 fr. 95 c. par foyer et par an et à fr. 0.002975 par foyer-heure.

On voit combien l'éclairage à l'huile minérale est économique.

Améliorations et innovations.

Les Administrations qui nous ont fourni des renseignements se déclarent toutes satisfaites de leurs lampes. L'Administration des chemins de fer de l'État belge fait l'essai des divers types de lampes à bec rond à double courant d'air et à consommation horaire de 60, 70 et 100 grammes de pétrole.

Il y a lieu de signaler également les essais faits à Paris par la Compagnie de l'Ouest pour éclairer par la lampe *lucigène* la tranchée entre le tunnel des Batignolles et le pont de l'Europe, ainsi que la halle des messageries de la rue de Saint-Pétersbourg.

La flamme est engendrée par la combustion d'huiles lourdes de goudron (résidu de la fabrication du gaz) enrichies par l'oxygène provenant d'un courant d'air comprimé (1).

L'appareil — construit par MM. Lyle et Hannay, de Glascow — est décrit dans le numéro de janvier dernier de la *Revue générale des chemins de fer*.

(1) Un savant belge, M. Donny, avait déjà combiné, il y a quelques années, une lampe brûlant des huiles lourdes avec l'emploi de l'air comprimé. Cette invention a fait l'objet d'un rapport à la Société d'encouragement. (Voir le *Dictionnaire des arts et manufactures de Laboulaye*. Supplément, édition de 1872.)

l'Étoile (206.6 carcels). Le petit modèle brûle [illegible]
éclairant de 450 bougies de l'Étoile (52.2 carcels).

II. — Éclairage au gaz.

Considérations générales.

L'éclairage au gaz est substitué à l'éclairage à l'huile pour les gares importantes, lorsque les localités situées à proximité des stations possèdent des usines qui peuvent fournir le gaz nécessaire.

Pour les espaces étendus, le gaz a, sur l'huile minérale ou végétale, cet avantage d'éviter l'emploi d'un personnel considérable pour l'allumage et la manutention d'un grand nombre de lampes.

Cependant le pétrole coûte très souvent moins, surtout dans les pays où le charbon est rare. C'est en Angleterre que l'emploi du gaz paraît le plus général, mais, ainsi que nous le verrons plus loin, c'est là aussi que son prix de revient est le moins élevé.

En Belgique, l'Administration des chemins de fer de l'État étend l'emploi du gaz le plus possible. Elle y est puissamment aidée par les réductions de prix qu'elle obtient chaque année. Le Grand Central Belge, au contraire, a toutes ses gares éclairées au pétrole. L'atelier central de Louvain est la seule installation où l'on se serve du gaz.

De même en Allemagne, d'après les renseignements que nous avons obtenus, il semble qu'on ne fasse usage du pétrole que lorsque le gaz fait défaut ou qu'on ne peut l'obtenir à un prix raisonnable.

C'est aussi la règle de la Compagnie du Nord français et de l'Orléans. La Compagnie de l'Est français a 21 gares éclairées au gaz (sur 683, dont 30 de 1re classe); la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée, 115 (sur 1,211, dont 163 de 1re classe); l'État français, 20 (sur 246, dont 12 de 1re classe). La Compagnie de l'Ouest français n'a qu'un petit nombre de grandes gares éclairées de cette façon et toutes celles de ses gares qui n'ont pas une importance considérable font usage de l'huile minérale. Cette règle est aussi celle admise par les chemins de fer de la Méditerranée (Italie), où l'on se sert même encore de l'huile végétale pour les gares à marchandises.

Il est assez rare que les Administrations de chemins de fer fabriquent elles-mêmes leur gaz (1).

Brûleurs.

[illegible] brûleurs les plus usités sont les becs fendus pour les voies, les hangars, les quais couverts [illegible] à jets pour les bureaux. Les premiers ont l'avantage de s'allumer [illegible] ent une lumière plus fixe et moins fatigante. [illegible] des données com-

TABLEAU 2. 1° *Brûleurs ordinaires à fente ou à jets.*

DÉSIGNATION DE L'ADMINISTRATION.	BRULEURS A FENTE.				BRULEURS A JETS.			
	Consommation par heure.	Intensité.	Pression.	Prix d'établissement	Consommation par heure.	Intensité.	Pression.	Prix d'établissement
	Litres.	Carcels.	Mill.	Francs.	Litres.	Carcels.	Mill.	Francs.
État belge	200	2	»	»	240	5		
	150	1						
	110	0.6						
En moyenne. . .	130	1	20					
État français	150	1.04	»	71.90	200	1.39	»	30.00
	100	0.58	»	20.00 (1)				
Nord français	Variables.				270	2.8		
Orléans	300 à 140	1.25 à 1	»	»	150 à 125	1.5 à 1.18		
Paris-Lyon-Méditerranée .	250 à 130	2 à 1	24	»	160 à 130	2 à 1		
Midi français	140	1.20	»	20 à 65 (2)				
Great Eastern	142	1.26 à 1.47	20 à 25	37.50				
	198	1.68	20					
Midland	113	1.4 (3)	»	46.25 à 68.75 (4)	142	1.58	»	12.50
Direction de Hanovre des chemins de fer allemands.	150 à 80	»	»	»	220 à 180			

TABLEAU 3. 2° *Becs divers*

DÉSIGNATION de L'ADMINISTRATION.	DÉSIGNATION DU BRULEUR.	Consommation par heure.	Intensité.	Pression.	Prix d'établissement.
		Litres.	Carcels.	Mill.	
Nord français. . .	Appareil spécial des halles avec réflecteur elliptique.	400	3.5		
	Bec de la Compagnie parisienne.	1,400	14		
	Bec Wenham, n° 2.	280	5 (5)		
Orléans.	Bec intensif.	875	7		

(1) Ce brûleur servant pour les ateliers, le prix de 20 francs ne comprend rien pour le candélabre.
(2) Ce prix doit être augmenté de 15 à 100 francs par bec pour la canalisation.
(3) Augmenté de moitié par la réflexion.
(4) Le premier chiffre s'applique aux gares à marchandises, le second aux gares à voyageurs.
(5) Sous l'angle de 45°.

TABLEAU 3 (*suite*). 2° *Becs divers.*

DÉSIGNATION de L'ADMINISTRATION.	DÉSIGNATION DU BRULEUR.	Consommation par heure.	Intensité.	Pression.	Prix d'établissement.
		Litres	Carcels.	Mill.	Francs.
Paris-Lyon-Méditerranée . .	Bec récupérateur Schulke	350	1 (1)		
		425	5.3 (2)	»	91 40
Midland.	Becs non dénommés	566	7 (2)	»	110.25
		850	10 5 (2)	»	128.12 140 63
	Suspension avec 6 flammes en étoile.	679	7.6 (3)	»	56 25
Est français . . .	Bec intensif Siemens	1.600 900	60 litres par carcel.		
	Bec Wenham	400	50 à 60 litres par carcel.		
	Bec Cromartie.	400	50 à 60 litres par carcel.		
Great Eastern. . .	Brûleur récupérateur Schulke. . . .	849	31 5	»	337 . 50
	Bec Sugg-Lambeth (voir fig 7, pl XXIX	566	9.45	»	210 . 40
	Brûleur à 3 becs (voir fig. 6, ...	510	4.73	25	225 . 14
	Brûleur à 3 becs.	510	5.25	»	312 . 50
	Bec Sugg-Victoria (voir fig 8) . . .	424	6.3	»	—
	Brûleur employé à Bishopsgate . . .	330	4.73	20	—
	Bec Wenham	253	9 45		162 . 50

On remarquera que la colonne des pouvoirs éclairants contient des chiffres qui ne paraissent pas toujours concordants. Il serait extrêmement utile de connaître exactement l'intensité de la lumière produite par chaque bec, mais les mesures photométriques sont d'autant plus difficiles que cette intensité varie avec la pression, l'état de l'atmosphère, le vent, etc. Rappelons à ce sujet que M. Preece, dans son dernier rapport sur l'éclairage de Londres, constate que les lampes à gaz des rues ayant une puissance lumineuse nominale de 1.50 carcel, ne donnent en réalité que 1.05 carcel.

Nous avons groupé dans le tableau suivant quelques indications sur l'élévation et la distance de divers brûleurs à gaz.

TABLEAU 4.

DÉSIGNATION de L'ADMINISTRATION.	NATURE DES BRULEURS.	CONSOMMATION.	HAUTEUR		ESPACEMENT	
			dans les voies.	dans les hangars, quais et trottoirs.	dans les voies.	dans les hangars quais et trottoirs.
		Litres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.	Mètres.
État belge	Becs fendus	150 à 200	3	2 à 3	12	5 à 7
Orléans	Id.	140 à 300	2.50 à 4	2.50 à 4	15 à 50	5 à 20
Paris-Lyon-Méditerranée	Id.	130 à 250	2 à 3	2 à 3	20 et plus	5 à 20
État français	Id.	150	3.30	3.30	10	10 à 12
Midi français	Id.	140	3.48	2.80 à 3.48	20 à 45	10 à 20
Nord français	Id.	variable	2.50 à 3	2.50 à 3	50	15 à 20
—	Becs de la Compagnie parisienne pour groupes d'aiguilles	1,400	3	»	»	»
—	Becs type spécial du Nord pour halles à marchandises	400	»	2.50	»	11
—	Becs Wenham pour gare de 1er ordre.	280	»	2 80 à 3	»	20
Méditerranée (Italie). .	Becs fendus	180 160	3 »	» 3	7 »	» »
— . .	Brûleur Siemens	1,600	»	5.50 à 7	»	27
Midland	Becs fendus	113	2.75	2 45	18	15
—	Becs divers	425 à 850	4 à 4.60	2.75 à 3.70	33 à 46	15 à 21
—	Suspension à 6 flammes en étoile pour gares couvertes	680	»	4.30	»	10
Great Eastern	Brûleurs à 3 becs de Temple Mills (gare de triage) (fig. 6, pl. XXIX).	510	6.40	»	44	»
—	Brûleurs de la station de Norwich.	510	6	»	30 à 50	»
—	Brûleurs de la station de Bishopsgate Goods depot	336	»	4.75	»	9
—	Brûleurs Sugg-Lambeth de 9.45 carcels, de la station de Norwich .	566	»	2.60	»	15 à 16
—	Brûleurs Schulke de 31 carcels de la même station	849	»	3.90	»	10 à 21
Great Northern . . .	Becs Sugg de 10c.5.	850	»	4.50 à 4.90	»	16
Rues de Londres d'après M. Preece.	Becs fendus de 1c.5 nominal . . .	200	3.60	»	20	»

Prix de revient.

Le prix du mètre cube de gaz est très variable suivant les localités. Au point de vue de la comparaison économique de l'éclairage au gaz et de l'électricité, ce prix a une grande importance. Voici quelques chiffres qui se rapportent à des pays très différents :

	Prix du mètre cube.	Dépense de premier établissement par bec.
Allemagne :		
Station de Hanovre (usine de l'Administration du chemin de fer)	10c.125 (1)	
Strasbourg (prix de la ville)	20 c.	243fr.75 (extérieur) (2) 50 fr. (intérieur) (3)
Prix offert au chemin de fer à Feldkirch	37c.5 (2)	
— — Vienne	23c.75 (2)	
— — Nuremberg	31c.5 (4)	31 fr. 67 c. (5)
— — Budapest	17c.5 (6)	
Belgique :		
Gares de l'État belge, contrats anciens	15 à 25 c.	
— — — nouveaux	12 à 18 c.	
France :		
Gares du chemin de fer d'Orléans	14 à 30 c.	
— — de l'État (moyenne)	30 c.	
— — de Paris-Lyon-Méditerranée	19 à 28 c.	100 à 150 fr.
— — du Midi	18 à 20 c.	35 à 165 fr.
Grande-Bretagne :		
Great Eastern	13 à 14c.7	
Great Northern (prix moyen)	17c.5	

La note de l'État belge dit à ce sujet :

« Pour augmenter l'intensité de la lumière, il a été fait usage d'appareils à carburateur par la naphtaline du système Dery (1); d'appareils Sugg et de lanternes type du 4 septembre de la Compagnie parisienne. Dans certains cas, il a été fait usage de gaz carburé au moyen de carbures liquides placés dans des carburateurs systèmes Levèque et autres. Ces carburateurs étaient établis immédiatement à côté des compteurs à gaz. »

Ce dernier moyen est surtout applicable là où le prix du gaz est élevé.

Signalons à ce propos que la Direction de Hanovre des chemins de fer allemands enrichit parfois son gaz ordinaire par l'adjonction de 1 p. c. du gaz à l'huile préparé pour l'éclairage des voitures. Elle augmente ainsi le pouvoir éclairant d'un tiers.

Nous extrayons le passage suivant d'une note de la Compagnie de l'Est :

« Sur les points où l'on a besoin d'une grande somme de lumière, on substitue aux becs en papillon des becs intensifs du modèle de la Compagnie parisienne qui consomment 800 ou 1,400 litres à l'heure; ces appareils sont d'un entretien facile, mais peu économique; la Compagnie de l'Est a été ainsi amenée à essayer différents systèmes de becs récupérateurs.

« A Paris, on a fait usage de becs intensifs Siemens de 1,600 et de 800 litres, dont on a été assez satisfait, mais qui supportent mal les courants d'air et exigent beaucoup de soins. Ils présentent, en outre, l'inconvénient d'être volumineux et de coûter cher. Ces becs consomment environ 600 litres par carcel et par heure.

« Actuellement, nous faisons un essai avec des becs Wenham et des becs Cromartie de 400 litres; d'après nos expériences, ces becs consomment de 50 à 60 litres de gaz par carcel et par heure. Dans les deux systèmes, il se produit de temps en temps des dépôts de noir de fumée qu'il faut enlever. Nous nous proposons de continuer ces essais, qui donnent des résultats satisfaisants. »

Nous avons déjà indiqué plus haut (voir le tableau 3) les brûleurs intensifs employés par le chemin de fer du Nord français. Cette Compagnie fait usage de becs de 1,400 litres de la Compagnie parisienne, principalement aux groupes d'aiguilles importants commandant l'entrée de voies de triage ou de formation. Dans les gares de premier ordre et parfois dans les salles d'attente et le vestibule des gares de deuxième ordre, l'éclairage est fait au moyen de becs de 280 litres, pour la plupart à récupérateurs du système Wenham.

Dans les voies, pour éviter des obstacles à la circulation, ces brûleurs sont suspendus. On dispose à cet effet de 100 en 100 mètres une poutre armée de 20 à 30 mètres de portée passant de 5 mètres environ au-dessus des voies.

Enfin, pour les halles à marchandises, on fait usage de becs ronds intensifs à double couronne, d'un type spécial consommant 400 litres et munis de réflecteurs elliptiques (2).

Nous détachons ce qui suit d'une note de la Compagnie d'Orléans :

« Pour augmenter l'intensité de la lumière, la Compagnie a installé dans sa gare de Paris des becs intensifs dépensant 875 litres à l'heure et donnant une intensité lumineuse de 7 carcels environ.

« Elle étudie l'emploi des becs à récupération de 350 à 550 litres à l'heure pour l'éclairage des halles et des voies, et de 140 litres pour l'éclairage des bureaux. Les becs intensifs placés sous

(1) Voir la *Revue industrielle*, numéro du 4 février 1886, ainsi que l' « exposé de la question de l'éclairage des trains ». (*Bulletin*, juillet 1887, 1er fasc., p. 295.)

(2) La forme de ces réflecteurs n'est autre que celle d'un tore elliptique, engendré par la rotation d'une ellipse à grand axe horizontal tournant autour d'un axe vertical passant par un de ses foyers, placé au centre théorique de la flamme. Le tracé de ce type de réflecteur, très répandu au chemin de fer du Nord, est indiqué dans la description des lampes des voitures de 1re classe de cette Compagnie. (*Revue générale des chemins de fer*, n° 4, octobre 1879.)

halle éclaireront un espace de 100 mètres carrés environ et donneront une intensité lumineuse de 7 carcels. »

Le chemin de fer du Midi français fait à la gare de Saint-Jean à Bordeaux des essais au moyen de becs récupérateurs système Schulke.

La Compagnie de Paris-Lyon préconise aussi les becs Schulke parce qu'ils ont cet avantage, au point de vue de l'économie, d'avoir un bec de minuit. Elle signale que pour éclairer une surface de 300 mètres carrés, elle a pu remplacer 13 becs papillons dépensant 220 litres à l'heure, par 3 becs Schulke brûlant 350 litres chacun sous une pression de 25 millimètres. L'économie est donc de $1^{mes}810$ par heure, soit *68.9 p. c.*

Dans une description des installations de la gare de Hanovre, insérée dans le *Zeitschrift des Architekten und Ingenieur Vereins zu Hannover* (1), on trouve un calcul analogue : 8 becs régénérateurs Siemens de 2,500 litres (du pouvoir éclairant de 600 bougies = 79 carcels) ont pu être placés dans les salles d'attente et les salles des pas perdus éclairées précédemment par 160 becs Argand de 200 litres (du pouvoir éclairant de 20 bougies = 2.6 carcels). L'économie produite était de 12 mètres cubes par heure, soit *37.5 p. c.*, bien que l'éclairage fût de beaucoup meilleur qu'auparavant.

La *Revue générale des chemins de fer* a publié, il y a déjà assez longtemps (octobre 1878), le résultat d'essais faits par M. Rouderon, chef des services de l'éclairage et du chauffage des chemins de fer du Nord, sur des becs Sugg à double et à triple couronne. Voici les conclusions rapportées par la *Revue générale des chemins de fer* :

« Il résulte des expériences :

« 1° Qu'un bec Sugg à double couronne a, sous une pression de 22 millimètres d'eau, une intensité équivalente à celle de 5.4 carcels, et qu'il ne dépense que 75 litres par heure et par carcel, tandis qu'un brûleur ordinaire de l'intensité d'un carcel dépense 120 litres ;

« 2° Qu'un bec Sugg à triple couronne a, sous une pression de 34 millimètres d'eau, une intensité équivalente à celle de 13.4 carcels et qu'il ne dépense que 72 litres par heure et par carcel. C'est à très peu près l'intensité d'une bougie Jablochkoff avec une dépense de 960 litres

gnement qu'un bec à carburateur par la naphtaline dépensant 51 litres à la pression de 25 millimètres, donne un éclairement de 1c25. La consommation de la naphtaline n'est que de 0k0065 par heure et par bec, ce qui, au prix de 92 centimes le kilogramme, produit une dépense de 0c598 par heure et par bec.

En Angleterre, la plupart des chemins de fer, le Great Eastern, le Midland, le Great Northern, etc., emploient tous les types de brûleurs intensifs et particulièrement les becs Sugg-Lambeth et Sugg-Victoria, qui ont, comme ceux du système Schulke, un bec de minuit, et qui semblent les plus répandus.

On trouvera, planche XXIX, figures 9, 10 et 11, trois exemples de gares entièrement éclairées par des becs intensifs. Dans la gare de triage de Temple Mills (fig. 9 se fait tout le travail de la composition et de la décomposition des trains de marchandises du Great Eastern à Londres. 27 lampes de 510 litres placées à une hauteur de 6m40 sont réparties sur une surface de 2,023 ares et sont espacées en moyenne de 44 mètres.

La gare de Bishopsgate (fig. 10) est la principale station de marchandises du Great Eastern à Londres. Sa surface couverte mesure 121 ares environ.

Enfin, Norwich-Thorpe-New-Station est un exemple complet de l'éclairage d'une grande gare à voyageurs et montre l'application de presque tous les types de brûleurs à gaz. Le plan n'indique pas comment est réalisé l'éclairage des locaux intérieurs; nous nous bornons à signaler à ce sujet que dans les locaux de quelque étendue, tels que les *parcels offices*, on a suspendu au plafond des brûleurs Wenham de 255 litres.

2° *Régulateurs de pression.* — Les régulateurs de pression qui maintiennent la consommation de chaque bec constante et régulière, et la rendent indépendante des fluctuations qui se produisent dans les conduites publiques, permettent de réaliser de sérieuses économies tout en améliorant l'éclairage.

Il en existe un très grand nombre de systèmes. Tandis que l'État wurtembergeois préfère placer un régulateur à chaque bec, l'État belge, après avoir essayé les divers systèmes connus, se propose de généraliser l'emploi sur ses lignes du régulateur Stott à mercure, que l'on place à côté des compteurs (il n'en faut qu'un par série de compteurs). (Voir pl. XXIX, fig. 12.)

L'État français a adopté le régulateur Grangeon et réalise, par son moyen, une économie de 30 litres par heure et par bec.

L'Est français fait à la fois usage du rhéomètre Giroud, à glycérine, et de celui Bablon, placés à chaque bec, ainsi que du régulateur Giroud adapté au compteur.

Les chemins de fer anglais emploient surtout l'appareil Stott et ils signalent tout particulièrement les avantages de ce genre d'appareils.

3° *Robinets à basse flamme.* — En ce temps de décroissance des recettes, les Administrations ont cherché à réduire leurs consommations de gaz par l'établissement de canalisations indépendantes, avec robinets à *basse flamme* pour les divers services des stations. Ces robinets, dits aussi robinets *nuit* et *jour* (voir pl. XXIX, fig. 13), sont manœuvrés dans les moments où un éclairage intensif n'est pas nécessaire. C'est ainsi qu'il peut être fait basse flamme, sur les quais à voyageurs, pendant l'intervalle des trains et, dans les stations à marchandises, pendant toute cessation dans les expéditions.

L'État belge, le Paris-Lyon, le Midland, le Great Eastern, le Great Northern, l'État de Bavière insistent tout particulièrement sur les excellents résultats ainsi obtenus. Le Paris-Lyon évalue aux *cinq sixièmes* la réduction de la consommation du gaz pendant la mise à basse flamme,

et le Midland porte aux *trois quarts* l'économie dans la consommation totale aux places où le robinet peut être employé.

4° *Réduction des pertes dans les canalisations.* — Dans bien des cas, il est possible, par une revision attentive des canalisations, de réduire beaucoup les fuites de gaz. Ces fuites varient de 1 à 12 p. c. suivant les lieux et les circonstances. La Compagnie de l'Est français signale particulièrement ce point à l'attention. Elle déclare qu'elle fait de fréquentes expériences pour constater les fuites qui se produisent, soit dans les conduites, soit par les becs mal fermés. Elle croit que, sous ce rapport, il n'est possible d'arriver à un bon résultat qu'au moyen d'un personnel spécial bien exercé et surveillé de près.

5° *Primes au personnel.* — Ce moyen d'économie s'applique également à l'éclairage à l'huile. Voici à ce propos un extrait du règlement des chemins de fer de l'État belge, relatif aux primes allouées à ses ouvriers lampistes :

Bases sur lesquelles les primes sont calculées. — Dans les stations et ateliers, les nettoyeurs-lampistes, y compris, le cas échéant, les brigadiers-lampistes, sont appelés à participer, d'après les règles déterminées ci-après, aux économies réalisées dans la main-d'œuvre et les consommations.

Le chef de service de l'éclairage fixe au commencement de chaque trimestre — d'après l'époque de l'année — le genre et le nombre d'appareils existants, la dépense totale en main-d'œuvre et en consommation. Cette évaluation sert de base au calcul des économies.

Lorsque la dépense réelle est inférieure à celle évaluée, le quart de l'économie est réparti entre le personnel au prorata du nombre des journées de travail et du taux de salaire de chaque participant.

Relevé des matières consommées. — La consommation réelle est constatée au moyen des carnets de délivrance, que le brigadier ou l'agent délégué par le chef de station doit viser pour récépissé; un état récapitulatif dressé par le chef de station résume trimestriellement les délivrances en quantités et valeurs par nature d'objets. Le coût des matières consommées s'établit au moyen du tarif des valeurs conventionnelles.

A cette dépense est ajoutée, par les soins du chef de service, celle afférente à la consommation trimestrielle en gaz.

Relevé des primes réalisées. — Dans les huit jours de l'expiration du trimestre, le chef immédiat transmet l'état récapitulatif au chef de service, lequel, au moyen de ce relevé et des états de salaire, détermine le montant des primes.

État d'émargement et de liquidation des primes. — Les états des sommes dues aux ouvriers sont transmis directement au service général, dressés en deux expéditions, l'une destinée à recevoir l'émargement des intéressés et l'autre servant de minute.

Lorsque la prime à payer à un ou plusieurs ouvriers dépasse 30 p. c. du montant du salaire brut liquidé au profit de ceux-ci, [illegible]

permanentes sont fixées d'avance trimestriellement tant pour les trimestres d'été que pour ceux d'hiver. Les trimestres d'été courent du 26 mars au 25 juin inclusivement, et du 26 juin au 25 septembre inclusivement; les trimestres d'hiver, du 26 septembre au 25 décembre inclusivement, et du 26 décembre au 25 mars inclusivement.

Les consommations des flammes intermittentes sont fixées par unités calculées selon le nombre des trains de voyageurs et de marchandises à l'entrée et à la sortie de la station.

§ 6. *Durée normale de l'éclairage.* — Le nombre et la catégorie, l'heure de l'allumage et de l'extinction des flammes brûlant la nuit, sont indiqués sur un formulaire spécial (n° 340) selon les prescriptions des § § 4 et 5.

On peut donc déterminer la durée de l'éclairage pour chaque flamme, car on sait que la durée moyenne de la nuit est pour toute l'année de 11 heures; pour les deux trimestres d'hiver, de 2 heures en plus, et pour les deux trimestres d'été, de 2 heures en moins. En conséquence, on pourrait totaliser les heures d'allumage des flammes classées selon la largeur des mèches (d'abord pour la durée moyenne de la nuit de toute l'année et ensuite par de simples opérations d'addition ou de soustraction, pour la durée moyenne de la nuit des périodes d'hiver et d'été).

Toutefois, la durée de l'éclairage dépendant principalement du mouvement des trains express, ordinaires et de marchandises et devant être modifiée à chaque mise en vigueur d'un nouveau tableau horaire, il a été reconnu plus pratique de diviser les flammes dans les deux classes principales désignées au § 5; elles comprennent, comme on l'a vu, d'une part, les flammes permanentes, indépendantes du tableau horaire, et, d'autre part, les flammes intermittentes dépendantes de ce tableau. La durée d'allumage de ces dernières étant différente suivant qu'elles seront pour les trains express et de voyageurs, ou pour les trains de marchandises.

Les flammes se divisent donc en quatre groupes:

1. Flammes permanentes:

a) En hiver;
b) En été.

2. Flammes intermittentes.

a) Pour les trains express et de voyageurs;
b) Pour les trains de marchandises.

Dans chacun de ces quatre groupes, les flammes sont encore divisées selon leur profil (largeur des mèches).

Les consommations normales des flammes totalisées par catégorie sont déterminées par la multiplication des flammes-heures par les consommations horaires correspondantes.

§ 7. *Détermination des consommations horaires des différents types de lampes.* — Aux fins de déterminer la consommation horaire de chaque type de lampe, on a fait des essais avec les lampes à pétrole et à l'huile de colza en usage sur les chemins de fer de l'État hongrois, lesquels ont donné les coefficients moyens ci-après:

A. Pour le pétrole:

Profil.	*Largeur de la mèche.*	*Consommation horaire.*
I	12 millimètres.	0.0154 kilogramme
II	18 —	0.0226 —
III	25 —	0.0325 —
IV (bec rond)	20 —	0.0310 —
V	25 —	0.0407 —

B. Pour l'huile de colza:

II	16 —	0.0105 —

Les lampes qui étaient en usage sur les anciens chemins de fer de la Theiss et d'Alföld-Fiume ayant une construction différente de celle des lampes des chemins de fer de l'État hongrois, il a été nécessaire, en attendant leur transformation, d'établir encore les catégories suivantes:

Profil.	*Largeur de la mèche.*	*Consommation horaire.*
I*a*. Lampes des chemins de fer d'Arad-Temesvar et d'Alföld-Fiume, pour disques d'excentriques.	7 millimètres.	0.0067 kilogramme
III*a*. Lampes du chemin de fer de la Theiss pour disques d'excentriques.	25 —	0.0079
IV*a*. Lanternes à main tricolores du chemin de fer de la Theiss.	18 —	0.0100 —
VI*b*. Lanternes à main de station et de gardes-excentriques du chemin de fer de la Theiss	18 —	0.0083 —

En conséquence, les flammes des profils I-VI ne concernent pas — provisoirement — les lignes de la vallée de la Thérain et n'y seront employées qu'après le changement des becs d'après le système des chemins de fer de l'État belge.

§ 8. *Calcul de la durée d'allumage et des consommations des flammes permanentes.* — La durée d'allumage de chaque flamme permanente peut être déterminée sur la base des heures de nuit. Celles-ci sont comptées en moyenne pour toute l'année, de 6 heures du soir à 5 heures du matin, en moyenne pour la période du 26 septembre au 25 mars, soit pendant les deux trimestres d'hiver, de 5 heures du soir à 6 heures du matin et en moyenne, pendant les deux trimestres d'été, de 7 heures du soir à 4 heures du matin.

Si, par exemple, la durée d'une flamme est fixée pour toute la nuit, elle est en hiver de 13 heures, en été de 9 heures, soit : pour les 91 nuits du trimestre d'hiver, 13 × 91 = 1,183 flammes-heures, et pour le trimestre d'été, 9 × 91 = 819 flammes-heures.

Si l'heure d'extinction d'une lampe est fixée à 9 heures du soir et son heure d'allumage à 4 heures du matin, la durée de cette flamme est de (9-5) + (6-4) = 6 flammes-heures pour l'hiver et de (9-7) + (4-4) = 2 flammes-heures pour l'été, ce qui donne pour un trimestre d'hiver 6 × 91 = 546 flammes-heures et pour un trimestre d'été 2 × 91 = 182 flammes-heures.

La durée de toutes les flammes étant ainsi établie pour les mêmes largeurs de mèche, les résultats sont additionnés et multipliés par la consommation horaire.

Si une station ne possédait que les deux flammes que nous venons de citer pour exemple et qu'elles fussent du profil III sa consommation serait pour le trimestre d'hiver de (1183 + 546) × 0.0325 = 56.2 kilogrammes et pour le trimestre d'été, de (819 + 182) × 0.0325 = 32.2 kilogrammes.

§ 9. *Calcul de la durée d'allumage et des consommations des flammes intermittentes.* — La réglementation de l'éclairage des stations est établie en flammes-heures dans le formulaire n° 340 du service des stations, indiquant la durée de chaque flamme nécessaire pendant le mouvement, l'arrêt et la décomposition de tous les trains express et de voyageurs d'une part, et de tous les trains de marchandises d'autre part.

Il y a deux groupes principaux de flammes intermittentes classées selon la largeur des mèches dont les consommations sont totalisées et évaluées comme celles des flammes permanentes.

Une attention particulière est due à la détermination de la durée de la flamme éclairant la table du télégraphe, par rapport à laquelle il est dit : « Tous les soirs jusqu'à 10 heures et pendant chaque arrêt de train. » Cette flamme est donc en partie permanente, en partie intermittente jusqu'à 10 heures, elle est rangée parmi les flammes permanentes, après cette heure, parmi les flammes intermittentes, il y a lieu de tenir compte qu'elle est allumée au moment du départ de chaque train de la dernière station où se trouve une machine de réserve et qu'elle est éteinte lorsque le train est parvenu à la plus prochaine station possédant une machine de réserve.

§ 10. *Désignation des trains de nuit.* — Le calendrier d'éclairage établi par les inspections de l'exploitation conformément aux conditions locales désigne les trains à considérer comme trains de nuit.

§ 11. *Établissement des comptes.* — Les points suivants sont à observer dans l'établissement des comptes :

1. Lorsqu'un train express ou de voyageurs s'arrête dans une station plus de 30 minutes, un train de marchandises

Les totaux de la première page et les renseignements relatifs à la répartition des primes, c'est-à-dire les noms et prénoms du personnel intéressé, le nombre des jours sur lesquels la prime porte, doivent être inscrits chaque mois avec la mention que le relevé s'étend à toute la durée pour laquelle il doit être établi. Les colonnes relatives à l'économie et à l'excédent sont remplies exclusivement par la direction de l'exploitation.

Les totaux mensuels à la page intérieure et à la dernière page du formulaire 342 doivent être transcrits sous les rubriques « mois » et « trains de nuit » à la première page qui sert de récapitulation à envoyer chaque trimestre à la direction de l'exploitation. Les demi-trains, dans la somme totale, doivent être arrondis en trains entiers; les quantités d'huile de moins de 0.5 kilogramme sont négligées, celles de plus de 0.5 kilogramme forcées au kilogramme entier.

6. Le compte usuel de la consommation du pétrole et de l'huile de colza continuera à être établi par les stations sur le formulaire 35.

§ 12. *Répartition des primes d'économie et ordre de transfert.* — Lorsque la comparaison entre la consommation effective établit qu'il y a eu une économie, il est alloué une prime de 50 p. c. de la valeur des matières économisées. La prime est répartie comme il suit :

(: 3 :) parts au chef de station comme comptable;

(: 2 — 2 :) parts aux employés du mouvement;

(: 1 — 1 :) parts aux surveillants, magasiniers, lampistes — dans les petites stations aux ouvriers et gardes-excentriques qui prennent soin des lampes.

Les agents intérimaires ne participent pas aux primes, à moins que l'intérim ne dépasse quinze jours.

Lorsque la consommation effective d'une station a dépassé la consommation prévue, la valeur entière de l'excédent est portée au débit du chef de station ou du comptable responsable pour compensation ultérieure; une justification n'est admise par la direction que pour autant qu'elle est appuyée de motifs sérieux.

§ 13. *Matières de graissage.* — Il est strictement défendu d'employer de l'huile de colza au graissage des excentriques, des signaux à distance tournants, des ponts tournants, des brouettes, etc. Toutefois, les stations sont autorisées à se servir de leur excédent d'huile en le décomptant avec le dépôt des matières par un échange de documents, et à le rapporter dans leur compte de consommation des matières, mais point dans le relevé de l'éclairage.

§ 14. *Délais pour l'envoi des comptes.* — Les documents relatifs au compte trimestriel de la consommation des matières d'éclairage doivent parvenir à la direction de l'exploitation le 1er du mois qui suit le trimestre auquel ils se rapportent, c'est-à-dire les premiers des mois de juillet, octobre, janvier et avril.

III. — Éclairage a l'électricité.

Considérations générales.

L'éclairage par l'électricité a pris de l'extension dans ces dernières années partout où il y a de grands espaces qu'il est nécessaire d'éclairer efficacement, surtout si l'importance du travail de nuit nécessite une longue durée d'éclairage.

Pour les locaux intérieurs, l'emploi des lampes électriques est généralement considéré comme un luxe dont les principaux avantages sont les jolis effets décoratifs qu'on peut en tirer, ainsi que la beauté, l'éclat et la fixité de la lumière.

En Allemagne, l'électricité est employée ou essayée dans plus de 40 grandes gares. Citons les plus importantes : Strasbourg (70 régulateurs, 100 lampes à incandescence), Carlsruhe (24 régulateurs, 250 lampes à incandescence), Darmstadt (17 régulateurs, 170 lampes à incandescence), Schels (50 régulateurs), Munich (47 régulateurs), Hanovre (24 régulateurs).

En Angleterre, les journaux spéciaux ont donné des descriptions de l'éclairage électrique des docks de Tilbury, de la gare de Saint-Enoch, de la station de Paddington et de celle de Glascow, etc. Dans la station de Liverpool Street terminus, du Great Eastern, l'électricité sert à compléter l'éclairage au gaz.

En Autriche-Hongrie, il a été publié des renseignements sur 2 gares éclairées par l'électricité : Budapest (gare centrale) et Feldkirch. Nous croyons qu'il n'en existe que trois autres : celles des chemins de fer de l'État, de la Sudbahn et de la Westbahn à Vienne.

En Belgique, il y a aux chemins de fer de l'Etat 17 installations distinctes comprenant 163 foyers à arc et 322 lampes à incandescence. On en trouvera plus loin le détail. Le Grand Central Belge a placé la lumière électrique depuis 1882 dans sa gare de Lodelinsart.

En France, les installations sont plus rares ; nous citerons : La gare à marchandises de La Villette et la gare à voyageurs de la Compagnie de l'Est à Paris. La gare de La Chapelle-Triage (Compagnie du Nord), une partie des gares de Paris et de Marseille de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, ainsi que les gares de Bellegarde et Laroche-s/Foron de cette même Compagnie.

En Italie, l'éclairage électrique est installé dans les gares de Milan-Central, de Milan-Porte-Simplon, de Turin-Porte-Neuve, de Sampierdarena de Gênes-Place-Principe, de Pise-Central et de Rome-Termini.

Il existe certainement encore d'autres installations que celles qui précèdent, mais nous nous sommes surtout attaché à résumer les documents si intéressants que quelques Administrations ont fait parvenir au Congrès, et nous prions celles qui se sont abstenues de bien vouloir nous pardonner notre silence.

Foyers.

On emploie les régulateurs à arc voltaïque pour l'éclairage des grands espaces et des hangars. Les régulateurs à courants continus sont préférés parce que, même sans l'emploi de réflecteurs, ces lampes envoient la plus grande partie de leurs rayons vers le sol. S'il y a encore en service, pour cette application, des lampes alimentées par des courants alternatifs, cela provient de la nécessité d'utiliser des installations existantes.

On connaît un grand nombre de systèmes de lampes à arc. Les plus employées dans les gares de chemins de fer sont celles de Siemens et de Piette et Krisik (Allemagne, Autriche, Italie, etc.), celles de Gramme et de Cance (France), celles de Crompton et de Brush (Angleterre), celles de Jaspar, de De Puydt, de Dulait (Belgique), etc.

Les lampes à incandescence sont le plus souvent du système Swan ou du système Edison.

Espacement et hauteur des foyers. — Nous résumons ci-après les renseignements que nous

TABLEAU N° 5. 1re partie (*suite*).

DÉSIGNATION DE L'ADMINISTRATION ET DE LA GARE.	NATURE de L'ESPACE ÉCLAIRÉ.	SYSTÈME des LAMPES.	POUVOIR éclairant en carcels.	HAUTEUR en MÈTRES.	Espacement de deux foyers en mètres.
Chemin de fer de l'Est prussien.					
Berlin	Gare couverte à voyageurs.	Siemens.	100 à 130	7	23
Chemin de fer de l'État prussien.					
Berlin	Gare couverte à voyageurs.	Id.	id.	6.50	30
Chemin de fer de l'État autrichien.					
Feldkirch	Place de la gare	Id.	158 à 185 (1)	8	45
	Voies	Id.	id.	id.	100 à 130
État hongrois.					
Buda-Pest.	Gare couverte à voyageurs.	Zipernowsky	79	8 en moyen.	27
	Voies	Id.	id.	12.50	100
Caledonian Railway.					
Glascow	Gare couverte à voyageurs.	Brush.	310	4.88	22.75
East et West India Docks Company.					
Docks de Tilbury	Quais et voies	Crompton.	315	13	?
Great Eastern Railway.					
Liverpool street Terminus. .	Gare couverte éclairée en plus par le gaz.	Brush.	210	4	33
Chemin de fer de la Méditerranée (Italie).					
	Gare couverte	Siemens.	792	15	60
	— —	Id.	59	6	60
Milan Central	Place de la gare	Id.	792	17	60
	Vestibule d'entrée	Id.	396	12	2 × 43 (2)
	Auvent extérieur. . . .	Id.	26	4	15
Milan-Porte-Simplon (gare de triage)	Voies	Id.	990	12,50	150
	—	Id.	528	9	60
	Voies de triage.	Id.	3 × 990 (avec appareil de projection).	9.50	2 × 350 (3)
Sampierdarena (gare de triage)	Voies	Id.	990	15 à 17	120 à 255
Turin (Porte-Neuve)	Gare couverte et bâtiments à voyageurs	Id.	64	6.70	25 à 35
Chemin de fer Grand Central Belge.					
Gare de Lodelinsart	Voies	Gramme.	330	20	105 à 120
	Remise aux locomotives . .	Siemens.	46	4	30 à 40

(1) Déduction faite de la perte, par suite de l'emploi d'un globe mat.
(2) L'espace éclairé par une lampe unique a 17m30 sur 43.
(3) Trois lampes munies d'appareils de projection éclairant seules un espace qui s'étend à 350 mètres de distance environ, la distance entre deux dispositifs semblables serait évidemment double.

TABLEAU N° 5. 2e partie.

DÉSIGNATION DE L'ADMINISTRATION ET DE LA GARE. 1	NATURE de L'ESPACE ÉCLAIRÉ. 2	SYSTÈME DES FOYERS. 3	Intensité lumineuse moyenne sphérique par foyer. 4	ESPACEMENT MOYEN. 5	HAUTEUR. 6
			Carcels.	Mètres.	Mètres.
Nord français.					
La Chapelle-Triage . . .	Voies.	Siemens	412	8	100
État belge.					
Anvers (Bassins)	Espaces découverts .	Jablochkoff	40	500 et 600	45 à 78
—	Hangars	—	40	6 00	38 00
Anvers (Stuyvenberg) . .	Remise	Piette et Krizik. . .	100	6 56	21 20
— . .	Atelier	Jaspar et Serrin. . .	150	10 00	25 00
Anvers (Est).	Cour de la remise . .	Jaspar	150	13 75	02 00
Gendbrugge	Ateliers.	De Puydt	50	6 00	16 00
Bruxelles.	Place Rogier. . . .	Jaspar	150	11 00	51 00
Luttre (Atelier central) . .	Tournerie	Jaspar et De Puydt .	150 100	8 50	23 00
Luttre	Gare à voyageurs, entrée des voies de service . . .	Jaspar	150	16 00	20 00

Pour quelques installations, nous avons en effet pu connaître la tension et l'intensité du courant électrique d'alimentation, et si l'on s'en rapporte à des expériences officielles, par exemple à celles de l'exposition de 1881, il semble que les chiffres dont il s'agit ne puissent être que les intensités maxima.

La deuxième partie du tableau concernant le Nord français et l'État belge échappe à cette observation.

Moyens de suspension des lampes. — Les tableaux qui précèdent montrent que les lampes sont placées parfois à de grandes hauteurs. Les moyens de suspension prennent dès lors une importance particulière.

Chaque fois que cela paraît possible, les lampes sont aménagées de telle sorte qu'elles puissent être amenées à terre pour le nettoyage, le réglage et le remplacement des charbons.

Les lampes placées dans les bâtiments sont le plus souvent suspendues à des poulies par des fils de cuivre à contrepoids. Ces fils servent en même temps de conducteurs au courant.

Les lampes situées à l'extérieur sont généralement portées par des poteaux à bascule en fer ou en bois. Cette disposition exige une double articulation, celle du poteau sur son pied et celle de la lampe sur le poteau. (Voir fig. 14 et 15, pl. XXIX.) Aussi, quand le poteau acquiert une certaine hauteur (15 à 20 mètres) ou la lampe un certain poids, emploie-t-on des mâts immobiles parce qu'il est difficile de construire un appareil qui ne se fatigue pas rapidement. Les lampes peuvent alors ou bien être suspendues au moyen d'un système de poulies à des poteaux pourvus de treuils (fig. 16), ou bien être placées dans des lanternes fixes. Dans ce dernier cas, les mâts sont le plus souvent en treillis comme ceux de 17 mètres de Sampierdarena. Ces derniers sont munis de contrevents. (Fig. 17 et 18.) Le même système sans contrevent a été adopté à Schaerbeek (État belge), bien que les lampes soient placées à 30 mètres de hauteur.

Outre les foyers lumineux fixes, on fait parfois usage de lampes portatives soit à arc, soit à incandescence. Ainsi aux docks de Tilbury, il existe, de distance en distance, le long des quais, des points où des régulateurs Crompton peuvent être insérés dans le circuit d'alimentation. Au moyen de câbles roulés sur des tambours fixés à l'extérieur des hangars, on peut amener ces régulateurs jusque sur les navires à charger et à décharger.

Comme exemple de lampes à incandescence mobiles, citons celles des ateliers et des magasins de la gare de Feldkirch, qui sont garanties par une deuxième enveloppe en verre fort et montées au bout d'un cordon souple. (Fig. 19.) Elles peuvent être attachées au moyen d'une pince sur un pied mobile à lourde base portant un réflecteur émaillé. (Fig. 20.) Le conducteur a 4 à 6 mètres de longueur et est parfaitement isolé. Il se termine par une pièce de raccord pouvant s'adapter à des clefs de dérivation placées de distance en distance. (Voir les points marqués sur le circuit des lampes à incandescence, fig. 30, pl. XXXI.) De cette façon, l'ouvrier peut non seulement approcher sa lampe des parties de locomotive ou des wagons auxquels il doit travailler, mais aussi la transporter avec lui d'un bout à l'autre de l'atelier ou des quais.

Prix de revient.

Il est malheureusement très difficile de se procurer des renseignements complets et comparables au sujet du prix de revient de la lumière électrique.

Parfois il est impossible de se rendre compte de l'intensité de la lumière produite ou même de l'espace éclairé ; d'autres fois, on omet de donner soit les frais de premier établissement, soit les frais d'exploitation.

Quelque incomplètes que fussent les données dont nous disposions, nous avons essayé de les grouper dans le tableau suivant, qui ne sera pas, croyons-nous, dépourvu d'intérêt.

TABLEAU 6.

Nombre de foyers en service.	Heures d'allumage par an.	POUVOIR ÉCLAIRANT (carcels)		DÉPENSE D'ÉTABLISSEMENT (francs)		DÉPENSE D'EXPLOITATION (francs)		COUT DU FOYER-HEURE. (Francs.)			COUT DU CARCEL-HEURE. (Centimes.)	
		par foyer.	total	totale.	par foyer.	par an	par an et par foyer.	Intérêt et amortissement à 10 p. c. du capital col. 5.	Coût d'exploitation seul.	Total	Coût d'exploitation seul.	Total
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1° *Chemin de fer du Nord français.* — Gare de La Chapelle-Triage (1886).												
7	3,960	412 [illegible]	»	54,000	7,714	12,709	1,816	0.19	0 4584	0.65	0 112	0.158
2° *Chemin de fer de l'Est français.* — Gare de La Villette (voies de manœuvre et halles à marchandises), d'après M. Delpeuch (1882).												
15	»	65	»	»	»	»	»	0.0831 (1	0 3029	0.386	0.466	0 509
Gare de La Villette, d'après les renseignements fournis par la Compagnie (1886).												
30	»	65 2,	»	160,000	5,333	»	»	»	0.30	»	0 462	»
Bâtiment à voyageurs de Paris, d'après les mêmes renseignements.												
15	»	70 (3	»	»	»	»	»	»	0.35	»	0.510	»
3° *Chemin de fer de Paris à Lyon.* — Gare de Paris (halle à messageries de grande vitesse (1880 2).												
18	4,000	130	»	47,000	2,611	2,020	112.22	0 066	0.28	0 346	0 215	0.261
4° *Chemin de fer Grand-Central belge* (1883). — Gare de Lodelinsart (voies et remise aux locomotives).												
6	3,650	330	1,980	16,890	2,815	6,306	1,051	0.077	0 288	0 365	0.087	0.110
4	3,650	46	184	7,722	1,931	4,175	1,044	0 053	0 286	0 339	0.622	0.737
5° *Great Eastern Railway* (1886). — Gare à voyageurs de Liverpool Street (partie couverte, nuit, éclairée au gaz												

Tableau 6 (*suite*).

Nombre de foyers en service.	Heures d'allumage par foyer et par an.	Pouvoir éclairant (carcels) par foyer.	Pouvoir éclairant (carcels) total.	Dépense d'établissement (francs) totale	Dépense d'établissement (francs) par foyer.	Dépense d'exploitation (francs) par an.	Dépense d'exploitation (francs) par an et par foyer.	Coût du foyer-heure (Francs.) Intérêt et amortissement à 10 p. c. du capital (col. 5).	Coût du foyer-heure (Francs.) Coût d'exploitation seul.	Coût du foyer-heure (Francs.) Total.	Coût du carcel-heure (Centime.) Coût d'exploitation seul	Coût du carcel-heure (Centime.) Total.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Gare de Gênes (Place Principe).												
25 (1)	2,295	88 à 80 (1)	2,914	80,000	»	30,052	»	»	»	»	0 449	0 568
Gare de Sampierdarena.												
9	3,840	856 (2)	7,704	153,842	17,094	41,737	4,636	0 445	1 207	1.652	0.141	0.193
Gare de Rome-Termini (3)												
»	3,749		3,120	»	»	119,384	»	»	»	»	1.021	»
Gare de Pise-Central.												
»	2,281	»	702 (4)	»	»	16,001	»	»	»	»	0.999	»
7e *Chemins de fer de l'État belge* 1886).												
Gare de Schaerbeek (3).												
8	3,500	110 (*)	880	60,000	7,500	13 160	1,645	0.21	0 47	0.68	0.427	0.618
Gare de Courtrai marchandises (3).												
10	2,118	60 (*)	600	15,325	1,533	5,930	593	0.072	0.28	0 35 5	0.466	0 583
Gare de Courtrai (voyageurs) (3).												
9 258	?	60 (*) 1,6 (*)	540 412 8	75,000	»	2,836	»	»	»	0.20 6 0 394.0	» »	0.333(6) 2.46 6)
Gare de Montigny (voies) (3).												
5	3,000	95 (*)	475	15,785 (7)	3,157	6,075	1,215	0 105	0 405	0.51	0 426	0.536
Atelier central de Gendbrugge												
44	272	50 (*)	2,400	16,500(8)	375	2,436	55.38	0.138	0.203	0.341	0 406	0.682
Atelier central de Mons.												
12	?	50 (*)	600	3,600(8)	300	»	»	»	0.26	»	0.53	»
Atelier central de Luttre.												
3 4	214	150 (*) 100 (*)	850	10,000	1,429	779	111	0.067	0.52	1 187	0.383	0.981

(*) Intensité moyenne sphérique.
(1) Un phare de 800 et 24 lampes différentielles de 88 carcels.
(2) Ce chiffre est obtenu en divisant celui de la colonne 4 par le nombre de foyers.
(3) Éclairages fournis par entreprise.
(4) Courants alternatifs.
(5) Le coût payé à l'entrepreneur est de fr. 0.33, mais il ne comprend que l'amortissement des 70/100 des dépenses d'installation.
(6) Ces prix ne comprennent que l'amortissement des 70/100 des dépenses d'installation.
(7) Montant du devis.
(8) Ces chiffres ne comprennent pas tout ce qui concerne la force motrice.

TABLEAU 6 (*suite*).

Nombre de foyers en service.	Heures d'allumage par foyer et par an.	POUVOIR ÉCLAIRANT (carcels)		DÉPENSE D'ÉTABLISSEMENT (francs)		DÉPENSE D'EXPLOITATION (francs)		COUT DU FOYER-HEURE. (Francs.)			COUT DU CARCEL-HEURE. (Centimes.)	
		par foyer.	total.	totale.	par foyer.	par an	par an et par foyer.	Intérêt et amortissement à 10 p. c. du capital (col. 5).	Cout d'exploitation seul.	Total.	Cout d'exploitation seul.	Total.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Station de Luttre (voies et remise).												
5	1,896	150	750	12,800	2,560	6,496	1,299	0.136	0.699	0.835	0.459	0.550
Gare de Bruxelles (place de la Gare).												
3	1,954	150	450	12,370	4,120	4,754	1,580	0.211	0.811	1.022	0.540	0.681
Gare de Bruxelles-Quartier-Léopold.												
3	3,648	150	450	7,100 (1)	2,367	7,257	2,419	0.065	0.663	0.728	0.442	0.486
Gare d'Anvers-Bassins.												
48 (2)	2,221	40	1,920	74,000	1,942	49,139	1,024	0.069	0.461	0.53	1.153	1,325
Gare d'Anvers-Est (cour de la remise).												
2	3,932	150	300	» (3)	»	4,081	541	»	0.519	»	0.346	»
Gare d'Anvers-Stuyvenberg (remise).												
5	4,136	100	300	5,300	1,066	4,407	153	0.026	0.216	0.242	0.216	0.242
Gare d'Anvers-Stuyvenberg (atelier).												
2	365	150	300	» (3)	»	262	131	»	0.359	»	0.239	»
Magasins de Bruxelles (rue d'Idalie).												

Tableau 6 (*suite*).

Nombre de foyers en service.	Nombre d'allumage par foyer et par an.	Pouvoir éclairant (carcels) par foyer.	Pouvoir éclairant (carcels) total.	Dépense d'établissement (francs) totale.	Dépense d'établissement (francs) par foyer.	Dépense d'exploitation (francs) par an.	Dépense d'exploitation (francs) par an et par foyer.	Coût du foyer-heure (Francs) Intérêt et amortissement à 10 p. c. du capital (col. 5.)	Coût du foyer-heure (Francs) Coût d'exploitation seul.	Coût du foyer-heure (Francs) Total.	Coût du carcel-heure (Centimes) Coût d'exploitation seul.	Coût du carcel-heure (Centimes) Total.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
					9° Gare de Hanovre.							
24	3,346	132	3,168	38,750 (1)	1,614	19,006	821	3,875 (2)	0.256	0 294	0.193	0 223
30	800	2 64	79	»	»	»	»	»	0.048	»	1.818	»
					10° Gare de Feldkirch.							
10	1,713	185 (3)	1,850 à 1,850	140,000	3,775	4,637	463.7	4,200 (4)	0.270	0 516	0.145	0.278
243	1,375	2 112	513		380	6,905	27	9,150 (4)	0 020	0.044	0.925	2 03
10		3.3	33									
					11° Gare centrale de Budapest.							
70	3,177	79.2	5,544						0 182 (7)	»	0.229	»
430	2,102,5	2.64	1,135	250,000 (6)	»	73,307	»	»	0.023 (7)	»	0 870	»
461		1.32	609						0 012 (7)	»	0 900	»

Il est nécessaire de donner quelques détails sur les éclairages dont les prix de revient sont établis dans le tableau précédent.

1° *Chemin de fer du Nord français.* — Le pouvoir éclairant indiqué est l'intensité moyenne sphérique (8). Nous avons déjà donné la hauteur et l'espacement des foyers. (Voir tableau 5)

La source d'électricité est une machine gramme (type A) par foyer ; à 1,100 tours avec 60 volts et 25 ampères, cette dynamo exige un peu moins de 3 chevaux par foyer, soit un cheval pour 137 carcels environ.

Voici le détail de la dépense d'installation :

Bâtiment des machines de 9m50 sur 19m50 (prévu pour une installation double)	fr.	9,000
Chaudière et tuyauterie		9,000
Moteur de 24/32 chevaux		13,000
8 dynamos (1 de réserve)		9,500
8 lampes avec potences, conducteurs, etc. (1 de réserve)		12,000
Frais de pose et divers		1,500
Total	fr.	54,000

(1) Indépendamment de l'installation des machines à vapeur.
(2) L'amortissement et l'intérêt sont comptés à 10 p. c.
(3) Par suite de l'emploi d'un globe mat, l'intensité est réduite à 138 carcels.
(4) L'amortissement et l'intérêt sont comptés à 8 p. c.
(5) On peut pour trouver le nombre de foyer-heures assimiler un foyer de 20 bougies à 2 foyers de 10.
(6) Le chiffre réel n'est pas connu. Celui de 250,000 francs est une simple hypothèse.
(7) Les calculs ont été faits par M. l'ingénieur Kovacs en égalant 1 lampe de 20 bougies à 2 lampes de 10 bougies et en assimilant 15.8 foyers de 10 bougies à un bec à arc, parce qu'ils consomment la même intensité de courant.
(8) L'intensité horizontale est de 250 carcels et celle à 45° de 1,150 carcels.

Donnons aussi le détail des dépenses d'exploitation pour 1 mois d'éclairage :

		Poids ou quantité.	Prix de l'unité. Fr. C.	Dépense par mois. Fr. C.
Combustible		17.680 ton.	15 20	268 74
Graissage.	Huile	21 kil.	0 48	10 08
	Graisse	5k600	1 58	8 85
Fagot d'allumage		60 kil.	0 13	7 80
Main-d'œuvre (chauffeur, électricien et entretien)		»	»	485 00
Charbon	de 14 millimètres	80m38	1 45	116 43
	de 17 —	66m20	2 45	162 19
			Par mois.	1,059 09
			Dépense totale par an.	12,709 10

Le prix moyen du gaz à la Compagnie du Nord étant de 19 centimes le mètre cube, la dépense par foyer-heure est la même que celle de 22 becs de gaz de 150 litres.

La Compagnie du Nord se déclare très satisfaite de cet éclairage.

2° *Chemin de fer de l'Est français.* — Les 30 foyers indiqués sont 15 lampes Brush et 15 lampes Cance. L'intensité lumineuse de 65 carcels est réduite à 50 carcels par un globe d'opale.

Les lampes sont mises en tension sur deux circuits distincts et alimentées par des machines Brush actionnées par une machine à vapeur de 35 chevaux. Il y a une seconde machine de réserve.

Nous ne connaissons malheureusement pas la distance entre les lampes ni l'espace éclairé, mais dans l'intéressante note transmise par la Compagnie de l'Est à la Commission internationale, il est dit que, d'après les calculs faits par elle, l'éclairage électrique ne revient pas plus cher que l'éclairage au gaz lorsque, comme là où il est employé, il est nécessaire d'avoir une grande somme de lumière. Elle pense cependant que dans la plupart des cas il serait onéreux d'éclairer une gare entièrement par l'électricité.

Voici, toujours d'après *la Lumière électrique*, quelques détails sur les dépenses d'établissement et d'installation à la gare de Paris :

Dépense d'établissement.	Machine à vapeur . . . . . fr.	10,000
	Transmission, courroies, eau d'alimentation, etc.	1,500
	Dynamos Lontin	15,000
	Câbles	7,500
	18 régulateurs et 1 de rechange	7,600
	Lanternes, suspensions, etc.	5,400
	Total. . . fr.	47,000
Dépense d'exploitation par heure.	Charbon à 40 francs la tonne . . . . . fr.	1.60
	Crayons (1m70)	1.55
	Huiles, chiffons, etc.	0.40
	Personnel (2 ouvriers et 3 en hiver)	1.50
	Total. . . fr.	5.05

La Compagnie du Paris-Lyon-Méditerranée a également éclairé deux de ses gares, Bellegarde et Laroche-s-Foron, par des lampes Edison de 10 à 16 bougies. D'après ses calculs, le prix de revient du foyer-heure est de fr. 0.086, tous frais d'installation et d'entretien compris.

4° *Chemin de fer du Grand Central Belge.* — La gare de Lodelinsart a une superficie de 5 1/2 hectares. Il s'y produit un mouvement assez considérable de wagons qui doivent être manœuvrés pendant la nuit pour la formation des trains du lendemain (1,200 à 2,200 wagons entrés ou sortis par jour) et il s'y trouve un dépôt de locomotives de 74 machines, dont 28 doivent être visitées, nettoyées, approvisionnées et allumées pendant la nuit.

La consommation de gaz de la gare et du dépôt (182,068 mètres cubes) coûtait en moyenne 16,414 francs par an en 1882. L'élévation de cette dépense jointe à l'insuffisance de l'éclairage déterminèrent dès cette époque la Compagnie à avoir recours à l'électricité : 6 foyers Gramme de 2,500 bougies (330 carcels) furent placés dans la gare et 4 lampes différentielles Siemens de 350 bougies (46 carcels) dans la remise. (Voir pl. XXX, fig. 24.)

Trois circonstances étaient spécialement favorables à l'électricité : le prix élevé du gaz (20 centimes par mètre cube), le grand nombre d'heures d'allumage (3,650 en moyenne) et la possibilité d'utiliser le moteur de l'atelier des locomotives.

Les données inscrites au tableau 6 sont déduites d'un intéressante conférence de M. l'ingénieur Albert Urban. Cette conférence contient au sujet des deux parties de l'installation les détails suivants :

Devis de l'installation électrique des six foyers Gramme.

Frais d'établissement.

33 pièces en bois sapin . . . . . fr.	1,055	12
Transport	123	38
Installation (prix de revient).	1,560	11
Pièces en chêne	34	34
Tuyau en fer étiré	13	20
Poutres en riga rouge	60	69
Tôles en fer n° 3	21	06
5 contrepoids en fonte	46	08
A reporter . . .	2,913	98

Devis de l'installation électrique des 4 foyers Siemens.

Frais d'établissement.

Installation (prix de revient) . . . . . fr.	730	06
Pièces de chêne.	17	18
Tuyau en fer étiré	6	60
Poutre en riga rouge	30	35
Tôle en fer n° 3	10	54
Embrayage	3	83
Transport	58	75
Isolateur à cloche complet	40	80
A reporter . . .	898	11

Report . . .	2,913 98
Embrayage	7 65
1 modèle de contrepoids	33 60
5 baliveaux	21 93
Corde en chanvre.	10 13
Isolateurs	64 80
Confection 6 réflecteurs	9 00
Diverses pièces en fonte	21 34
Zinc.	24 65
Baliveaux	17 67
Journées d'ouvrier	202 50
Briques, mortier, ciment et pavement . . .	140 57
Serrures pour lampes	161 81
Verre à vitres	63 02
Coussinets en cuivre	18 00
Fil de fer	215 00
Assemblage	2 00
7 régulateurs à 350 francs dont 1 de réserve .	2,450 00
3 machines Gramme à 5 foyers, dont une de réserve réfection comprise	8,100 00
2,600 mètres fils à 30 centimes	780 00
6 commutateurs à 15 francs	90 00
6 rhéostats à 15 francs	90 00
Transmission et poulies	400 00
Courroies.	160 00
Total des frais d'établissement . . fr.	16,389 61

Frais d'exploitation.

En crayons, balais, etc. 19 centimes par foyer-heure, 3,650 6 × 0.19 = ... fr.	4,161 00
Graissage et entretien des machines	320 00
Charbon pour la machine à vapeur, 365 × 5 .	1,825 00
Total. . . fr.	6,306 00

Report . . .	898 11
Corde en chanvre	31 37
Ports divers	13 00
Confection 1 réflecteur	149 65
1 machine à courants alternatifs pouvant alimenter 4 lampes différentielles de 350 bougies avec excitatrice	2,800 00
6 lampes différentielles (1 de réserve)	2,100 00
5 suspensions	105 00
2 garnitures graisseurs Bourgeois	98 00
Câble (500 mètres, 1 fr. 80 c. par mètre) . . .	900 00
Pince pour mettre les charbons.	7 00
Verre bleu.	2 90
Garniture de balais	6 20
Diverses pièces en fonte	19 16
Poulies	4 00
Journées d'ouvrier	101 25
Briques, mortier, ciment et pavement. . . .	70 28
Serrures pour lampes	80 91
Verre à vitres	31 51
Honoraires à l'électricien	25 00
Coussinet en cuivre	9 00
Assemblage	1 00
Transmission et poulies.	200 00
Courroies	80 00
Total des frais d'établissement. . . fr.	7,722 34

Frais d'exploitation.

En crayons, balais, etc. 15 centimes par foyer-heure), 3,650 × 6 × 0.15 = ...	2,190 00
Charbon pour la machine à vapeur, 365 × 5 .	1,825 00
Graissage et entretien de la machine	160 00
Total. . . fr.	4,175 00

L'Administration du Grand Central a tenu compte très minutieusement, depuis l'époque de l'installation, de toutes les dépenses relatives à l'éclairage de la station de Lodelinsart (moteur, [illegible]

5° *Great Eastern Railway*. — La gare de Liverpool street de cette Compagnie est éclairée à la fois par le gaz et l'électricité. Le cas est très intéressant et on trouvera à la planche XXX, figure 25, un croquis indiquant l'emplacement des brûleurs. Des 33 lampes électriques indiquées, 27 sont du système Brush alimentées par des dynamos de même espèce, espacées de 33m50. Dans la partie couverte de la gare où elles sont placées se trouvent en plus 183 becs de gaz consommant 198 litres par heure et ayant une intensité de 1.68 carcel (16 bougies). Le prix du gaz est de 13 centimes le mètre cube et sa pression de 20 millimètres. Nous transcrivons ci-dessous les renseignements que nous avons obtenus sur le prix de revient en les réduisant au système métrique.

	Aire de la portion couverte. Hectares.	Nombre total de foyers.	Nombre de foyers par hectare.	Pouvoir éclairant. Carcels.	Coût d'exploitation du foyer-heure.	Coût total par hectare et par heure.
	—	—	—	—	—	Fr. C.
Électricité.	151.75	33	0.19	210	0.32	0.28
Gaz. . .		183	1.20	1.68	0.026 (1)	0.036

Le coût d'exploitation du foyer-heure électrique indiqué doit être réduit par ce motif que les moteurs actionnant la lumière électrique servent aussi pendant le jour à allumer des lampes à incandescence dans les bureaux.

Malgré cette observation, le chiffre de la dernière colonne semble encore bien élevé. Il faudrait en déduire que le coût total de la lampe-heure électrique est de 1 fr. 46 c., tandis que son coût d'exploitation est de 32 centimes seulement. Cette différence semble considérable.

6° *Chemins de fer de la Méditerranée*. — La gare de *Milan-Central* est éclairée de la façon suivante : 2 régulateurs-phares Siemens de 792 carcels sont placés devant le bâtiment des recettes du côté de la ville ; 3 régulateurs identiques sont répartis suivant l'axe de la gare couverte où 9 lampes différentielles Siemens de 59 carcels complètent l'éclairage de façon à répandre leur lumière sur les marchepieds. Dans le vestibule d'entrée se trouve un régulateur de 396 carcels. 4 lampes de 26 carcels sont sous l'auvent extérieur et deux autres dans le salon du buffet. La planche XXX donne à la figure 22 un croquis des dispositions adoptées. La dynamo pour les 9 lampes différentielles est auto-excitatrice du système Siemens et Halske. Les 6 lampes de 26 carcels sont placées en dérivation et le courant provient d'une dynamo-auto-excitatrice Tecnomasio, de Milan. La force est produite par deux moteurs à gaz Otto horizontaux de 20 chevaux chacun.

La gare de triage de *Milan-Porte-Simplon* contient une disposition très remarquable : 3 lampes de 990 carcels armées d'appareils de projection (voir pl. XXXI, fig. 28), envoient leur lumière sous les voies de triage jusqu'à une distance de plus de 350 mètres. Le reste de la gare est éclairé par 2 phares de 990 carcels et 1 de 528. (Voir la pl. XXX, fig. 21.) Les dynamos Siemens sont excitées en tension. Il y a deux machines à vapeur de 35 chevaux, dont une de réserve. La surface totale éclairée est de plus de 1,419 hectares.

La planche XXX, figure 26, donne un croquis des installations de la gare de *Turin-Porte-Neuve*, qui a 35 foyers de 64 carcels environ ; chaque série de 7 lampes est alimentée par une dynamo Siemens. La machine à vapeur sans condensation est de la force de 35 chevaux.

A la gare de *Gênes-Place-Principe*, il y a 24 lampes différentielles Siemens de 88 carcels et un phare Siemens de 800 carcels environ. (Pl. XXX, fig. 27.) Les dynamos Siemens alimentent

(1) Tous les becs supposés allumés.

chacune 12 lampes différentielles par un courant de 11 ampères; elles absorbent 14 chevaux. La dynamo du phare emploie 5 chevaux et produit un courant d'une intensité de 35 ampères.

La force motrice est produite par une turbine à axe horizontal du système Girard de la force de 40 chevaux, fonctionnant avec une pression de 10 atmosphères. Il y a une deuxième turbine de réserve.

Les voies de triage de *Sampierdarena* sont distribuées sur une superficie de 1,188 hectares. (Voir pl. XXX, fig. 23.)

Les 9 phares Siemens de 900 carcels sont portés par des mâts en fer système Saxby et Farmer, de 17 mètres de hauteur, qui sont représentés planche XXIX, figures 17 et 18.

Les dynamos Siemens à courant continu sont excités en tension comme à Gênes. La force motrice est fournie par une turbine Girard de 40 chevaux à axe horizontal. L'eau arrive à la pression de 100 mètres et sa consommation est de 44 litres par seconde. Il y a une deuxième turbine de réserve.

La gare de *Pise* est éclairée par des lampes électriques alimentées par des courants alternatifs et celle de *Rome* l'est en partie par des lampes différentielles Siemens de 59 carcels et en partie par des lampes-soleil.

Pour terminer ce qui concerne les stations italiennes, nous donnons ci-dessous le détail des dépenses d'exploitation qui figurent au tableau 6.

TABLEAU 7.

STATIONS.	DÉPENSES D'EXPLOITATION DU 1er JUILLET AU 30 JUIN 1886 (FRANCS).					
	Force motrice.	Personnel.	Crayons pour les lampes.	Courroies, matières diverses, etc.	Éclairage au gaz des locaux machines.	Dépenses totales.
Milan (central)	8,050 1,	3,400	4,975	6,002	467	23,525
Milan (porte Simplon), gare de triage	14,010 21	12,140	5,843	3,674	870	37,467
Turin (porte Neuve)	10,143 ,2	8,834	7,035	1,068	1,105	29,076
Gênes (porte Principe), voies à mar[illegible]	13,521 13	2,709	9,023	1,690	184	30,152

l'intérieur de la gare sur le terrain de l'État et ce'ui-ci se réservait le droit de les reprendre chaque année à des prix stipulés d'avance, celui correspondant à l'expiration de la dixième année ne pouvant dépasser 30 p. c. de la valeur fixée au devis. L'Administration garantissait un nombre minimum de 3,500 heures d'allumage par an. Le choix de l'emplacement, de l'intensité et de la nature des foyers était laissé au soumissionnaire qui, en dressant son projet, n'avait d'autre obligation à remplir que de fournir partout un minimum d'éclairement de 1/50 de *carcel-mètre* (ou *lux*). Mais il devait indiquer, outre le montant du devis et les prix de reprise au bout de chaque année, le prix annuel d'exploitation (1) et le rendement garanti en pouvoir éclairant par cheval-vapeur. C'est d'après la considération de toutes ces données que la soumission reconnue comme la plus avantageuse à l'État a été choisie. Ajoutons que l'entreprise peut être résiliée en cas d'insuffisance de rendement en pouvoir éclairant par cheval-vapeur et que des amendes peuvent être appliquées pour les cas de trop faible intensité lumineuse ou d'extinction.

Le plus souvent, le rendement garanti est de 65 carcels par cheval-vapeur pour les foyers à arc, et de 12 carcels pour les lampes à incandescence. Cependant, à la station de Montigny, la garantie s'élève à 88 carcels pour les 5 régulateurs du système Crompton qui y sont placés. Dans certaines soumissions déposées, mais non approuvées, la garantie a atteint 100 carcels pour les foyers à arc.

Remarquons encore que les chiffres indiqués pour le coût d'exploitation du foyer-heure sont ceux correspondant au minimum d'heures d'allumage promis par l'Administration, et qu'ils sont susceptibles de réduction pour un plus grand nombre d'heures. En voici quelques exemples :

Coût d'exploitation du foyer-heure.

	Schaerbeek.	Courtrai.		Montigny.
	Minimum d'heures 3,500. Foyers à arc.	Lampes à incandescence.	Foyers à arc.	Minimum d'heures 3,000. Foyers à arc.
	—	—	—	—
Jusqu'à concurrence de l'éclairage garanti .	0.68	0.0394	0 20	0.51
Pour les 5,000 heures suivantes	0.50	0.036	0.19	0.47
Pour le surplus	0.45	0.035	0.18	0.40

Voici aussi quelques renseignements sur la proportion dans laquelle, pour les entreprises dont il s'agit, la somme à payer par l'État se réduit successivement :

	Schaerbeek.	Courtrai.	Montigny.
	—	—	—
Somme à payer au bout de la première année . .	56,700	70,000	14,207
— — — cinquième — . .	42,200	47,000	7,875
— — — dixième — . .	18,000	20,000	0
Montant du devis	60,000	75,000	15,785

Bien que les conditions du contrat qui lie l'entrepreneur de l'éclairage de Montigny soient à peu près celles exposées plus haut pour la gare de Schaerbeek, le cahier des charges mérite une mention spéciale parce qu'il a établi la concurrence entre le gaz et l'électricité. Ce système a déjà été mis trois fois en pratique par les chemins de fer de l'État belge, mais si à Montigny l'électricité a été victorieuse, les deux autres fois — à Arlon et à Anvers — elle a succombé. Quoi qu'il en soit, l'examen du résultat de ces trois adjudications n'est pas sans intérêt, puisqu'il permet de comparer directement les prix de revient de l'éclairage au gaz et de l'éclairage électrique.

(1) L'Administration fournissait gratuitement l'eau et, si l'entrepreneur le désirait, les approvisionnements aux prix de revient.

De même que pour l'entreprise de l'éclairage électrique, celle du gaz comprenait le placement de tous les appareils nécessaires à l'intérieur de la gare, mais ceux-ci se réduisaient dans ce dernier cas aux candélabres et aux conduites. Il semble donc à priori qu'il y ait là dans les conditions imposées aux deux concurrents une inégalité, puisque l'usine électrique devait être installée uniquement en vue des besoins des chemins de fer, et que l'amortissement, compris en tout ou en partie dans le prix de l'éclairage, devait ainsi porter sur un capital plus fort. En réalité, cette inégalité, compensée d'ailleurs par l'avantage de la gratuité du terrain, était inévitable et résultait des circonstances. Nous venons de dire qu'elle était théorique, aucune station centrale d'électricité n'ayant chance de pouvoir s'établir dans les localités voisines des stations dont il s'agissait. Dans le cahier des charges le plus récent, celui d'Arlon, cette disposition a cependant été changée et l'on a stipulé que l'électricité pourrait provenir d'une source située hors de la gare.

Le prix du gaz devait être indiqué au mètre cube en même temps que le montant du devis des installations. L'entrepreneur du gaz jouissait de l'avantage que l'allumage des becs était à la charge de l'Administration ; en revanche, l'entrepreneur de l'électricité avait la promesse de disposer gratuitement de l'eau nécessaire ( ).

Le tableau suivant permet de comparer les soumissions les plus avantageuses déposées dans chaque cas.

Éclairage d'une partie de la gare de Montigny (mai 1885).

TABLEAU 8.

ÉLECTRICITÉ. 1	Soumission n° 1 (syst. Crompton) approuvée. 2	Soumission n° 2 (dyn. Gülcher lampes Gramme). 3	Soumission n° 3 (dyn. Schukert lampes Piette et Krœsik.) 4	GAZ. 5	Soumission la plus favorable. 6
Nombre de foyers	5	6	4	Comme ci-contre (col. 1)	20
Rendement garanti en carcels par cheval vapeur	88	75	100	Consommation de gaz par foyer en litres	900
Pouvoir éclairant en carcels par foyer	95	150	300	Comme ci-contre (col. 1)	13

Éclairage des gares d'Anvers-Sud, d'Anvers-Bassins et Entrepôt local (septembre 1885).

TABLEAU 8 (*suite*).

ÉLECTRICITÉ.	SOUMISSION. N° 1. Système Thomson-Houston.	SOUMISSION. N° 2. Système Brush.	GAZ.	SOUMISSION approuvée.
1	2	3	4	5
Nombre de foyers	43	25+2 (1)	Nombre de foyers { de 902 litres 92; de 600 — 17; de 336 — 28; de 150 — 9 }	146
Rendement garanti en carcels par cheval-vapeur	80	85		
Pouvoir éclairant en carcels par foyer (intensité moyenne sphérique)	1er lot. 20; 2e et 3e lot. 23; 80	165	Pouvoir éclairant en carcels par foyer { de 906 litres; de 600 —; de 336 —; de 150 — }	12; 9; 4; 1
Intensité lumineuse en carcels pour l'ensemble des foyers	3440	4125	Comme ci-contre (col. 1)	1378
Prix du foyer-heure en fr. { Pour le nombre d'heures d'allumage garanti (2,000 heures pour le 1er lot, 2,800 pour les autres)	1er lot. 0.55; 2e et 3e lot. 0.42	0.74	Prix du mèt. cub. de gaz en fr. { Pour la consommation correspondant au nombre d'heures garanti (255,223 ms)	0.15
Id. pour les 500 heures suivantes	0 47; 0.35	0.50	Pour une consommation totale à Anvers de 500,000 ms	0.135
			Id. de 600,000	0.13
Id. pour le surplus	0.40; 0.30	0.40	Id. de 650,000	0.125
Nombre annuel de foyers-heures d'éclairage sur la base du minimum garanti	40,000; 64,400	66,800	Nombre annuel de mèt. cub. consommés sur la base du minimum garanti	255,223
Dépense annuelle sur la base du minimum garanti	49,048	49,432	Dépense annuelle, au *prix probable* de 0.13	33.179 (2)
Montant du devis	131,733	117,000	Comme ci-contre (col. 1)	60.149
Montant de la reprise, 10e année	26,146	35,000	Id. id.	18.045
Le prix du foyer-heure comprend donc un amortissement de	80 p. c.	70 p. c.	Id. id.	70 p. c.
Coût moyen du carcel-heure en centimes.	0.60	0.48	Id. id.	1.25

(1) 2 foyers de service.

(2) Ce prix doit encore être diminué de 5,000 francs, économie à réaliser sur le coût de l'ensemble de la consommation à Anvers. D'autre part, il doit être augmenté de 2,000 francs environ, la nécessité s'étant fait sentir, après coup, d'avoir un éclairage plus complet en certains points.

Éclairage de la gare d'Arlon (novembre 1885).

TABLEAU 8 (*suite*).

ÉLECTRICITÉ.	SOUMISSION. N° 1. Foyers à arc.	SOUMISSION. N° 1. Incandescence.	SOUMISSION. N° 2. Foyers à arc.	SOUMISSION. N° 2. Incandescence.	GAZ.	SOUMISSION approuvée
Nombre de foyers	18	65	19	60	Nombre de foyers : de 900 litres 45, de 240 — 14, de 300 — 22, de 200 — 2, de 150 — 28	111
	83		79			
Rendement en carcels par cheval-vapeur	80	16	60	12		
Pouvoir éclairant intensité moyenne sphérique en carcels par foyer	75	1.2	60	1.5	Pouvoir éclairant en carcels par foyer : de 900 litres, de 240 —, de 300 —, de 200 —, de 150 —	12, 5, 3, 2, 1
Intensité en carcels pour l'ensemble des foyers	1428		1230		Comme ci-contre	714
Prix du foyer heure. Sur la base du minimum garanti (2)	0.42	0 47	0.495	0.55	Prix du mètre cube de gaz : Sur la base du minimum garanti	0.13
Prix du foyer heure. Pour les 500 heures suivantes	0.35	0 40	0.420	0 80		
Prix du foyer heure. Pour le surplus	0.30	0 35	0 420	0.70	Prix du mètre cube de gaz : Pour le surplus	0.14

En ce qui concerne la gare de Strasbourg, nos renseignements sont en grande partie empruntés à un très intéressant rapport de M. Delpeuch, inspecteur du gaz et des appareils électriques de la voie de la Compagnie de l'Est (1). La nouvelle gare de Strasbourg est exclusivement éclairée par l'électricité et ses installations de lumière peuvent être considérées comme un modèle. Ainsi que le dit M. Delpeuch, les résultats obtenus par la tentative hardie de la Direction des chemins de fer d'Alsace-Lorraine permettent d'affirmer qu'appliqué à une grande gare, l'éclairage électrique peut coûter moins cher que l'éclairage au gaz et offrir une sécurité complète.

a) *L'installation principale* dessert le bâtiment des voyageurs, les bureaux de la direction, les quais, les voies, les halles à marchandises et la cour extérieure. Les machines à vapeur sont du type Compound à échappement libre. M. Delpeuch estime que l'emploi des machines à condensation aurait procuré une économie de vapeur de 1/3 à 1/4

Chaque série de 5 à 6 lampes différentielles Siemens est alimentée par une dynamo Siemens à courants continus tournant à 1,160 tours par minute, fournissant un courant de 9 ampères et de 350 volts et absorbant une force de 5 chevaux. Il y a de plus une machine Edison par 250 lampes de 16 bougies en dérivation. Le courant qu'elle produit a 187 ampères et 110 volts.

Nous avons déjà donné dans le tableau 5 des renseignements sur la hauteur et l'espacement des foyers.

Le personnel exclusivement attaché au service de l'éclairage comprend :

2 chauffeurs mécaniciens de jour;
2 — — de nuit;
3 aides pour l'entretien des chaudières, machines et transmissions;
1 mécanicien électricien et 3 manœuvres de jour } pour le service des dynamos, lampes, etc.
1 — — 2 — — }

b) *L'installation accessoire* sert à l'éclairage du dépôt des machines et de ses annexes.

Les 12 foyers différentiels de 46 carcels sont alimentés par des dynamos Siemens à courants alternatifs (excités par d'autres dynamos à courants continus) qui ont servi aux essais et que l'on utilise, bien que l'on reconnaisse parfaitement la supériorité des lampes alimentées par des courants continus. Les lampes à incandescence de 1 à 2 carcels sont alimentées par une machine Edison type de 60 lampes. Les trois foyers de 396 carcels montés en tension sont du système Piette et Krizik et leur courant est fourni par 1 dynamo Schuckert à courant continu.

Le prix de revient établi en moyenne par foyer à arc-heure n'est pas très utile à cause de la très grande différence d'intensité lumineuse de ces foyers.

La Direction des chemins de fer d'Alsace-Lorraine a établi la comparaison (2) de l'éclairage actuel avec un éclairage au gaz équivalent sur la base moyenne suivante :

Dans les quais et les voies,	1 foyer électrique de 105.6 carcels	=	20 becs à gaz de 150 litres ;			
Dans les bâtiments,	—	—	—	=	12	— —
—	1 lampe à incandescence	—	=	1	—	—

M. Delpeuch croit cette base exagérée et propose de la réduire d'un tiers. Pour démontrer cette appréciation, il prend comme exemple l'éclairage des quais où l'espacement moyen de deux foyers à arc est de 35 mètres en moyenne. « Si deux foyers à arc espacés de 35 mètres peuvent être remplacés par 20 becs de gaz, il s'ensuivrait, dit-il, que l'espacement moyen de ces derniers serait de 35/20 = $1^{m}75$. »

(1) Voir la *Revue générale des chemins de fer*, juillet 1885. — *La Lumière électrique*, 9 janvier 1886.

(2) Des attachements détaillés ont été tenus pour les trois premiers mois de 1884. L'étude de l'Administration des chemins de fer d'Alsace-Lorraine a été publiée dans le n° 52 de la *Gazette de l'Administration des travaux publics de l'Empire*.

C'est là, croyons-nous, une erreur, car il faut avoir égard non seulement à l'espacement, mais à la surface éclairée. En effet, si l'on s'en rapporte au tableau n° 4 (éclairage au gaz) et au tableau n° 5 (éclairage électrique), on peut établir les chiffres suivants :

	Espacement moyen (mètres).		Surface éclairée (mètres carrés).		Nombre de foyers (rapport des surfaces éclairées).	
	Sur les quais.	Sur les voies.	Sur les quais.	Sur les voies.	Sur les quais.	Sur les voies.
Foyers électriques à Strasbourg.	35	80 à 100	1,225	6,400 à 10,000	1	1
Becs de gaz de 150 litres. (Moyenne d'après les données de sept chemins de fer). . .	7	15 à 20	49	225 à 400	25	28 à 25

Il s'ensuit qu'en n'ayant pas égard aux intensités, mais simplement aux distances moyennes consacrées par l'expérience, il faudrait considérer un foyer électrique comme remplaçant non 20, mais 25 becs de gaz de 150 litres (1). Quant aux lampes à incandescence, il est certain qu'on n'exagère pas leur intensité en l'égalant en moyenne à celle d'un bec de gaz de 150 litres !

La direction d'Alsace-Lorraine a évalué les dépenses pour un bec de gaz à 243 fr. 75 c. pour l'extérieur et à 50 francs pour l'intérieur (2). De plus, le prix du mètre cube de gaz a été pris égal à 20 centimes, tarif de la ville.

Sur ces bases, voici le résultat de la comparaison :

Tableau 9.

	Nombre de foyers	Heures d'allumage.	Foyers-heures d'éclairage.	Dépense d'établissement par foyer	Dépense d'établissement totale	Dépense d'exploitation par foyer.	Dépense d'exploitation totale.	Intérêt à 12 p. c. Total.	Dépense totale annuelle.	Coût total du foyer-heure
Électricité.										
Foyers à arc extérieur.	44	3,084	230,020	1,400	204,043	737	44,237	24,486	»	0 2875
Foyers à arc intérieur.	16									

Il résulte de ce tableau qu'une économie très sensible est réalisée par l'emploi de l'éclairage électrique à Strasbourg.

En réduisant d'un tiers avec M. Delpeuch le nombre de becs de gaz nécessaire pour remplacer les foyers à arc, les frais annuels totaux sont encore de 100,615 francs pour l'électricité et de 151,563 francs pour le gaz. Pour qu'il y ait égalité, il faudrait que le prix du gaz fût abaissé à 12 centimes.

9° *Gare de Hanovre.* — Le *Zeitschrift des Architekten und Ingenieur Vereins zu Hannover*, auquel nous empruntons nos renseignements, ne donne que quelques détails, dignes d'être rapportés, sur les installations d'éclairage électrique de cette gare, qui sont entièrement du système Siemens. La disposition des foyers est indiquée planche XXXI, figure 29. Les lampes sont par série de 4, placées en tension dans le circuit d'une dynamo produisant, à 950 tours, un courant de 200 volts et de 9 ampères. Chaque lampe différentielle exige à peu près la force d'un cheval. Le coût du foyer-heure (0f294) se subdivise comme suit :

Amortissement et intérêt à 10 p. c.		0.0483
Entretien (nettoyage, graissage).	0.0032	0.0079
Améliorations et autres frais.	0.0047	
Crayons		0.0875
Force motrice (1)		0.1500
Total.		0.2937

11° *Gare de Feldkirch.* — Nos renseignements sont empruntés au *Zeitschrift für Electro-Technik*, ainsi qu'à une récente et intéressante conférence de M. Oelwein parue dans le *Wochenschrift des oest. Ingenieur und Architekten Vereines* (2).

A la suite de la construction de la ligne de l'Arlberg, l'ancien chemin de fer d'intérêt local du Vorarlberg est devenu une ligne internationale de premier rang et ses stations ont dû être agrandies, surtout celle de Feldkirch, aujourd'hui gare de jonction importante.

Le gaz était offert par l'usine de la ville à 37c5 le mètre cube.

Ce prix élevé a déterminé l'Administration à donner la préférence à l'électricité.

Des 24 lampes différentielles, 10 lampes éclairent les voies, 2 la place du côté de la ville et 8 l'intérieur de la gare (58,300 mètres carrés). (Voir pl. XXXI, fig. 30.)

A l'intérieur du bâtiment des recettes (2,300 mètres carrés), se trouvent 130 lampes à incandescence de 16 bougies et 10 de 25 bougies (16.4 mètres carrés par lampe). De plus, dans le magasin à marchandises (720 mètres carrés), il y 20 lampes de 16 bougies ; il y en a encore 7 à l'entrée (26.7 mètres carrés par lampe). Dans le bâtiment de la chaudière, l'atelier de réparation, le dépôt des matériaux et le château d'eau (ensemble 1,750 mètres carrés), on a disposé 81 lampes de 16 bougies (21.1 mètres carrés par lampe). Enfin, le bâtiment des machines électriques (242 mètres carrés) en possède 5 de 16 bougies (48.4 mètres carrés par lampe).

Les lampes à arc sont divisées en 2 séries de 5 lampes alimentées chacune par 2 dynamos tournant à 1,100 tours. Pour les lampes à incandescence, il y a une autre dynamo faisant 900 tours seulement par minute. Les dynamos sont actionnées par des machines à vapeur d'une

(1) Par heure et cheval-vapeur, donc aussi par lampe-heure. Les mêmes chaudières servent pour l'éclairage et pour les ascenseurs hydrauliques.

(2) 1887, n° 19.

force totale de 35 chevaux, qui ont coûté avec les bâtiments nécessaires 88,500 francs, savoir :

Bâtiments	fr.	53,000
Générateur et moteur à vapeur.		35,500
		88,500

Il en résulte une dépense annuelle de :

Intérêt et amortissement (8 p. c.)	fr.	7,000
Combustible et entretien.		6,500
Total. . .	fr.	13,500

Fait digne de remarque : Cette dépense est moins élevée que celle qu'il eût fallu faire pour utiliser une force hydraulique disponible à proximité. En effet, à 5 kilomètres en amont de Feldkirch, la rivière se jette contre un rocher et forme un réservoir naturel d'une grande profondeur constante. L'eau aurait donc pu être détournée par un canal sans construction d'un barrage. Les frais eussent été :

Premier établissement.

Canal	300.000
Turbines	22,500
Installations pour amener le courant à la station	15,000
	337,500

Frais d'exploitation.

5 p. c. d'intérêt et 1/2 p. c. d'amortissement	18.562.5
Service et entretien.	1 437 5
	20,000 0

L'économie produite par l'emploi de la vapeur est donc de 6,500 francs par an.
Voici le détail des frais d'établissement et d'exploitation :

Frais d'établissement.

Bâtiments et machine à vapeur.	88,500
[illegible]	[illegible]

La répartition des frais entre les lampes à arc et celles à incandescence a été faite dans la proportion de la force motrice nécessaire, qui est respectivement de 25.5 et 12.4 chevaux, soit donc 2 : 1.

Si l'on prend un foyer à arc = 15 lampes à incandescence, on trouve :

Frais d'exploitation seuls par foyer-heure	fr.	0.0194
Dépense totale par foyer-heure		0.04

Établissons maintenant la comparaison avec le gaz.

TABLEAU 10.

	Nombre de foyers.	Heures d'allumage.	Foyers heures.	Pouvoir éclairant par foyer en carcels.	Pouvoir éclairant total.	Dépense d'établissement.	DÉPENSE D'EXPLOITATION.		Amortissement à 8 p. c.	Dépense totale.
Électricité.										
Foyers à arc	10	1,713	17,130	158 à 185	1,580 à 1,850	140,000	4,637		4,200	8,850
— incandescence	253	1,375	347,920	2 à 3	546		6,005		9,150	13,300
							11 542			24,150
							Consommation de gaz.	Service et entretien.		
Gaz.										
Au lieu des foyers à arc	150	1,713	250,950	1 554	240	40,000	32,400	1,150	3,200	36,750
Au lieu des lampes à incandescence	253	1,375	347,920		404					
			604,870							

On a supposé une consommation de 140 litres par bec de gaz et par heure et le prix de 37c5 par mètre cube. On a aussi admis qu'un foyer à arc n'équivalait qu'à 15 becs de gaz de 140 litres, et une lampe à incandescence, à un bec de gaz.

On voit donc que, malgré l'amélioration de la lumière, l'électricité a fait économiser 12,600 francs par an. Le prix du mètre cube de gaz pourrait être réduit de près de moitié avant qu'il y eût égalité entre les deux modes d'éclairage sous le rapport de la dépense.

11° *Gare de Budapest.* — Les installations de cette gare sont terminées depuis le mois d'août 1884. La description plus ou moins détaillée en a été publiée par plusieurs journaux spéciaux :

Les lampes à arc sont distribuées comme suit :

Façade du côté de l'arrivée	2
— du départ	2
A reporter. . .	4

Report.	4
Toits des marquises	14
Halle du départ	12
Eclairage des voies	
Halle intermédiaire entre les voies montantes et les voies descendantes, guichets des billets, salles d'attente, arcades, etc.	36
Total.	70

Les lampes à arc sont du type Zipernowsky. Elles sont placées par séries de 10 sur le même circuit.

Dans la distribution des lampes à incandescence, on a, paraît-il, pris comme base du calcul une intensité de 15 bougies par 25 mètres cubes.

Les machines à vapeur sont au nombre de trois, deux de 70 et une de 140 chevaux. Elles commandent directement des dynamos du système Ganz. En temps normal, la grande machine [illegible] ne des petites fonctionnent seules. La troisième tourne tout doucement et forme réserve [illegible] est néanmoins prête à chaque instant à se substituer à l'une des deux autres. La grande machine est d'ailleurs capable d'alimenter à elle seule toutes les lampes pendant un certain temps. A partir de onze heures du soir, on éteint une partie des foyers et il n'y a plus qu'une des petites machines qui fonctionne.

Nous avons quelques remarques à présenter au sujet des chiffres inscrits au tableau n° 6 pour la gare de Buda-Pest.

La somme de 250,000 francs indiquée pour les frais de premier établissement est une simple conjecture de M. Oelwein, dans sa conférence que nous avons citée à propos de la gare de Fiumekirch. Le chiffre exact n'est indiqué nulle part et nous n'avons pu nous le procurer.

Le chiffre des frais d'exploitation se subdivise comme suit :

Renouvellement des lampes à incandescence . . . fr.	8,093
Crayons pour les régulateurs	14,411
Combustible	14,840
Graissage	3,494
Divers	5,735
Personnel	22,876
Entretien des moteurs	3,104
— des appareils électriques	1,727
Total. . fr.	74,289
A déduire : Produit de la vente des déchets	982
Reste. . fr.	73,307

Les chiffres de la colonne 10 du tableau 6 ont été calculés en convertissant tout l'éclairage en lampes à incandescence de 1c32 (10 bougies). Pour cela, on a supposé chaque foyer équivalent à 15,8 lampes à incandescence de 10 bougies qui consomment la même [illegible] courant, et une lampe de 20 bougies égale à deux lampes de 10 bougies.

Le nombre total de foyers-heures de 10 bougies est ainsi de 6,284,030. Comme [illegible] électrique de 10 bougies peut être considérée comme valant un bec de gaz de 100, [illegible] d'en déduire une comparaison des deux modes d'éclairage.

Le gaz coûte 30 centimes le mètre cube à Budapest, mais l'usine a offert de le fournir au chemin de fer à 17c,9. C'est ce dernier prix que nous avons admis.

TABLEAU 11.

	Nombre de foyers.	Intensité en carcels.	Foyers heures	Dépens d'établissement.	Dépense d'exploitation par foyer heure	Dépense d'exploitation Totale.	Intérêt et amortissement à 10 p. c.	Dépense totale.
Électricité pour les foyers à arc	11,08	•	•	25,000	0 0204	73,307	25,000	98 307
Électricité pour les foyers à incandescence	1,39				0 0117			
	2,427				Consom. / Pièces de rechange et service			
Gaz	2,427	1 32	6,281,000	60,000	0 0179 / 0 0025	128,194	6,000	134,194

Annexe. — Bibliographie.

Traité pratique d'électricité industrielle, par Cadiat et Dubost Éléments d'électro-technique, par Éric Gérard Traité d'électricité, par Gariel. Les machines dynamo-électriques, par Thomson. La machine dynamo-électrique, par Frölich. Éclairage à l'électricité, par Fontaine. La lumière électrique, par Alglave et Boulard Les lampes électriques, par d'Urbanisky, etc.

La Revue géné ale des chemins de fer, le Mémorial des chemins de fer de l'État belge, la Lumière électrique, l'Électricien, la Revue industrielle, le Bulletin de la Société belge d'électriciens, le Génie civil, Journal of the Society of telegraph engineers and of electricians, The Electrician, The Railway engineer, Elektrotechnische Zeitschrift, Zeitschrift des Architekten und Ingenieur Vereins zu Hannover, The Electrical Review, Wochenschrift des oesterr. Ingenieur und Architekten Vereines, Centralblatt fur Electrotecknik, etc.

Nous citerons particulièrement dans la *Lumière électrique :*

Vol. IX. Comparaison du gaz et de l'électricité, par G. Guéroult. — Vol. X. L'Électricité dans les chemins de fer d'Alsace-Lorraine. — Vol. XI. Répartition de la lumière dans une installation d'éclairage électrique, par Clémenceau. — Vol. XIII. L'éclairage électrique des places et voies publiques, par Clémenceau. — Vol. XIV. L'éclairage électrique de la gare centrale de Budapest, par Marinovitch. Système de lanternes dioptriques de M. Trotter, par G. Richard. — Vol. XV. Éclairage électrique de la gare de Strasbourg, par Michaelis Station centrale d'éclairage électrique de Milan, par Colombo. — Vol. XVI. Rapport sur l'éclairage électrique des rues de Londres, par Preece. — Vol. XVII. A propos de la répartition de la lumière dans une installation d'éclairage électrique, par Clémenceau. — Vol. XIX. Éclairage électrique de la gare centrale de Glasgow. Éclairage électrique de la gare centrale de Strasbourg, par M. Delpeuch. Usine

centrale pour l'éclairage électrique à Milan, par Colombo. — XX Éclairage électrique de la gare de Feldkirch. Les usines centrales de lumière électrique (Paddington), par Dieudonné. Usine électrique de Milan, par Colombo. — Vol. XXI. L'installation centrale de Paddington, par Dieudonné. L'usine centrale de Saint-Étienne, par le même. L'éclairage électrique des docks de Tilbury. — Vol. XXIV. La session de Philadelphie de l'Association nationale des États-Unis pour l'éclairage électrique, par Palaz. Les stations centrales d'électricité en Europe, par E. M.

Dans la *Revue générale des chemins de fer :*

1878. Note sur les essais d'éclairage électrique faits à la gare de La Chapelle, par Sartiaux.— Essais faits à la Compagnie du Nord avec les becs Sugg à double et à triple couronne. — 1879. Essais faits à la Compagnie du Nord avec le bec Giroud et avec les appareils Livesey et Barbier (gaz carburé). — 1880. Éclairage électrique de la gare de Saint-Enoch à Glascow. — 1881. Éclairage électrique des gares allemandes de l'Est prussien à Berlin; d'Anhalt, à Berlin; de Hanovre, de Düsseldorf, d'Elberfeld et de Munich. — 1883. Éclairage de la gare et du dépôt des locomotives de Lodelinsart du Grand Central Belge. — 1884. Éclairage électrique de la gare centrale de Budapest. — 1885. Éclairage de la gare centrale de Strasbourg, par Delpeuch. Essais de la tôle d'acier laminée de nickel dans la construction des réflecteurs des appareils d'éclairage, par Rouderon. — 1886. Renseignements généraux sur les grandes gares d'Allemagne, par Petsche Connesson et Gonny. — 1887. Éclairage électrique des Docks de Tilbury. Essais d'éclairage aux huiles lourdes de pétrole par la lampe lucigène.

Dans le *Bulletin de la Société belge d'électriciens :*

1885 et 1886. Éclairage électrique d'Anvers, par Nothomb. La mesure et la répartition de l'éclairement, par Wybauw. Résultats d'adjudications d'éclairage des chemins de fer de l'État belge.

Dans la *Revue universelle des mines de Liége :*

Note sur le prix de revient de la lumière électrique, par Dumont. Note sur l'éclairage électrique système Edison, par Dery. Note sur l'éclairage électrique du bureau des télégraphistes de Bruxelles-Nord, par le même. Note sur l'éclairage électrique, système Brush, par le même.

COMPLÉMENT A L'EXPOSÉ

PAR L. WEISSENBRUCH

INGÉNIEUR AU MINISTÈRE DES CHEMINS DE FER, POSTES ET TÉLÉGRAPHES DE BELGIQUE

(PLANCHE XXXII)

Nous n'avons pu comprendre dans la seconde partie de notre exposé les renseignements relatifs aux États-Unis d'Amérique, ceux-ci nous étant venus trop tardivement; c'est pourquoi nous en faisons l'objet de cette note complémentaire [1].

Analyse des renseignements recueillis sur l'éclairage des gares aux États-Unis.

Le gaz est le mode d'éclairage le plus habituellement employé dans les espaces découverts aux États-Unis. Les becs, de forme ordinaire, sont placés de façon à éclairer les points les plus importants, sans que l'on cherche à obtenir un éclairement général et uniforme. Les lampes électriques à arc sont assez souvent employées sur les quais et dans les docks.

Les hangars ne sont jamais éclairés autrement qu'au gaz, excepté ceux des quais où les navires de mer chargent ou déchargent leurs marchandises. Le plan de la station de Boston, du *Boston and Albany Railroad*, contient un exemple de l'éclairage au gaz d'un hangar, avec l'indication du nombre et de l'emplacement des brûleurs. (Voir pl. XXXII.)

Le plan de la station d'*East-Bodson*, de la même Compagnie, indique l'emplacement de toutes les lampes électriques. Aucun autre chemin de fer ne fait un aussi large usage de la lumière électrique que celui de *Bodson and Albany*, mais tous ont quelques lampes à arc à l'entrée de leurs cours à marchandises et de leurs quais. Dans la station d'East-Boston, les locaux suivants sont éclairés à l'électricité :

1° Un élévateur à grains qui a 6 lampes en ligne droite au rez-de-chaussée du côté opposé aux bassins où l'on charge le grain; 2° les hangars n°s 6, 12 et 13 à l'est; le hangar n° 5, le pier n° 1 et l'endroit à l'ouest, où les navires de mer transbordent leurs marchandises sur les wagons; 3° un hangar à charbon près de l'élévateur, servant au déchargement du charbon des navires et au rechargement dans des charrettes alignées 10 pieds plus bas; 4° deux

(1) Nous remercions les Administrations et les personnes qui sans avoir pu adhérer au Congrès ont bien voulu nous envoyer des renseignements, particulièrement M. George W. Blodgett, ingénieur électricien du *Boston and Albany Railroad*.

bâtiments servant, l'un, aux machines de l'élévateur, l'autre, à celles de la lumière électrique. Il y a aussi plusieurs lampes dans la station aux aiguilles et aux traversées les plus importantes. Toutes ces lampes sont des lampes à arc de 2,000 *candles* nominaux. Dans les bâtiments, elles sont placées à 14 pieds de hauteur, c'est-à-dire aussi haut que le permettent les constructions; au dehors, la hauteur est portée à 24 pieds. Bien qu'il y ait 48 lampes, on ne peut en employer que 36 en même temps, les dynamos ne pouvant en alimenter davantage. Chaque lampe porte un commutateur afin de pouvoir la supprimer du circuit lorsqu'elle n'est pas nécessaire. Il est parfois utile d'employer un nombre de foyers plus grand que celui que les dynamos peuvent allumer; on choisit alors les plus indispensables et l'on complète l'éclairage par le gaz ou de fortes lampes à huile munies de réflecteurs.

On n'emploie la lumière électrique que lorsqu'on se trouve avoir besoin d'un nombre de lampes voisin de celui qu'alimente une dynamo, c'est-à-dire 18. Quand il n'est nécessaire que d'allumer deux ou trois foyers, on se sert uniquement du gaz.

Le système des lampes et des dynamos est le système Brush (¹).

Le prix des appareils électriques d'East-Boston, placement compris, a été de 14,722.16 dollars, savoir :

Bâtiment des machines	Dollars.	3,116.12
Machine à vapeur de 60 chevaux (placement compris)		1,737.10
Tuyaux, poulies, etc. (placement compris)		364.29
Courroies		412.30
2 dynamos Brush n° 7		4,000.00
44 lampes à deux paires de charbons		3,520.00
2 régulateurs de courant pour les dynamos		250.00
Fils, isolateurs, poteaux et travaux de montage des machines, des lampes et des fils		1,322.75
Total. . .	Dollars.	14,722.46

Le coût d'exploitation, pendant une période annuelle se terminant le 30 septembre 1886, a été

4 lampes avaient enfin été suspendues dans l'axe du hangar à marchandises n° 3, mais il n'y avait pas assez de lumière au dehors, aux endroits où s'effectuaient les chargements, pour lire les adresses des colis. Toutes ces lampes ont été déplacées pour ces différents motifs.

Dans le coût de l'installation d'East-Boston, le coût des chaudières qui fournissent la vapeur n'est pas compris parce qu'elles servent pour l'élévateur et qu'elles existaient auparavant; mais tout le combustible brûlé pour l'éclairage électrique est compté dans les frais d'exploitation.

Dans les gares à voyageurs, quelques lampes à arc sont généralement placées aux entrées principales et aux places de stationnement des voitures, qui doivent être brillamment éclairées. La plupart des gares à voyageurs de Boston ont une large *porte cochère* où plusieurs voitures peuvent s'arrêter à la fois et qui est toujours éclairée par des foyers à arc.

Le gaz est ordinairement employé dans les gares couvertes, excepté dans les grandes villes où il existe des Compagnies pour la distribution de la lumière électrique. A Boston, le chemin de fer s'éclaire lui-même. Dans une autre station, il possède ses dynamos et ses lampes. Il les entretient lui-même, mais il s'est entendu avec une Compagnie d'éclairage qui s'est chargée de l'exploitation, au prix de 55 cents par foyer de 2,000 candles et par nuit.

La gare de Worcester, dont la planche XXXII donne le plan général, est éclairée par la *Worcester Electric Light C°*. 20 lampes à arc de 2,000 candles sont fournies au prix de 14 dollars par nuit, soit 70 cents par lampe et par nuit.

A Pittsfield, la Compagnie d'électricité a un contrat pour éclairer la station et les quais, au prix payé autrefois à la Compagnie du gaz, soit 1,400 dollars par an. 8 lampes à arc de 1,200 candles sont placées dans les salles d'attente et sur les quais. Des lampes à incandescence de 16 bougies sont employées pour les cabinets de toilette et les bureaux du télégraphe.

A Boston, il y a 2 dynamos Brush de 16 foyers chacune; cependant, comme elles ont la vitesse de 825 tours au lieu de celle de 750 tours prévue, elles peuvent en réalité alimenter 18 lampes. 12 lampes à incandescence de 32 candles ont été mises depuis quelques mois dans le circuit des foyers à arc; 2 de ces lampes sont placées en série, l'une par rapport à l'autre, et deux de ces séries sont parallèles. Les lampes à arc sont à une hauteur de 18 pieds, excepté 5, qui sont à 24 pieds environ. Dans la remise, le plus grand nombre est à 16 pieds de haut. 4 hommes sont employés : 2 d'entre eux remplacent les charbons et réparent les appareils pendant le jour; des 2 autres qui sont de service pendant la nuit, l'un surveille les chaudières et les moteurs et l'autre soigne les dynamos et les lampes. Celles-ci sont à doubles paires de charbons et peuvent brûler toute la nuit. Les lampes sont allumées dès qu'il fait assez obscur dans la station pour qu'on en reconnaisse la nécessité et elles marchent jusqu'au départ ou à l'arrivée du dernier train. La gare est éclairée le matin une heure avant le départ du premier train jusqu'au jour. En été, il n'est pas besoin de lumière le matin.

Le coût des appareils, non compris le moteur et les chaudières (qui dépendent du service de la traction), a été de 8,216.47 dollars.

Cette dépense se répartit comme il suit :

2 dynamos Brush	Dollars.	4,000.00
33 lampes à arc à doubles paires de charbons.		2,640.00
2 lampes à arc à une seule paire de charbons		120.00
2 régulateurs automatiques pour les dynamos		250.00
Fils isolateurs, supports, etc., et travaux de placement des appareils (non compris la transmission).		1,206.47
Total. . .	Dollars.	8,216.47

Le coût d'exploitation, d'une période annuelle se terminant le 30 septembre 1886, a été de 6,465.11 dollars, soit 184.72 par foyer et par an, ou encore 50.6 cents par lampe et par jour. Cela porte le coût du foyer-heure à 6 cents dans les conditions actuelles. Le personnel chargé du soin des appareils comprend : le jour, 2 hommes pour le remplacement des crayons et l'entretien des régulateurs ; la nuit, 1 mécanicien et 1 homme chargé des dynamos.

Leurs salaires sont les suivants :

L'homme chargé de la surveillance générale des appareils électriques	Dollars.	2.50 par jour.
L'homme chargé du soin des dynamos le jour (il alterne avec l'autre homme chargé du même soin la nuit).		2.00 —
Le mécanicien.		3.00 par nuit.
L'homme chargé du soin des dynamos la nuit		2.00 —

Le service de la voie, qui a l'éclairage électrique dans ses attributions, rembourse au service de la traction 2.50 dollars par jour pour l'usage du moteur. Les crayons coûtent 80 cents par jour ; l'huile, etc , 3 cents environ par jour. Tous ces chiffres sont approximatifs, excepté celui du coût annuel et ceux qui en sont déduits.

Le prix des réparations à 5 machines Brush pendant six années et demie n'a pas, croyons-nous, dépassé 150 dollars. Aucune lampe ni aucune dynamo n'a encore dû être remplacée.

L'installation de Boston est la première qu'une Compagnie de chemins de fer ait établie dans cette partie du pays et peut-être même en Amérique.

Le « Grand Central Depot » de New-York a sa sortie des voyageurs éclairée par des lampes à arc, et son entrée par des lampes à incandescence. Ce dernier éclairage est, d'après l'opinion de M. Blodgett, le plus satisfaisant. Les lampes sont de 16 candles. Elles sont placées à 20 ou 25 pieds de distance et à 10 pieds de hauteur au-dessus du niveau des trottoirs.

Le coût d'exploitation de la lumière électrique a beaucoup diminué dans ces derniers temps. Ainsi les crayons, qu'on payait 62.5 dollars il y a quatre ans, ne coûtent plus que 12 dollars aujourd'hui, bien qu'ils soient à peu près aussi bons.

DISCUSSION EN SECTION

(2e ET 3e SECTIONS RÉUNIES)

Séance du 20 septembre 1887

PRÉSIDENCE DE M. BELPAIRE, PRÉSIDENT DE LA 2e SECTION

SECRÉTAIRE PRINCIPAL : M. JACQMIN, SECRÉTAIRE PRINCIPAL DE LA 3e SECTION

SECRÉTAIRE DE SECTION CHARGÉ DE L'EXPOSÉ DE LA QUESTION : M. L. WEISSENBRUCH

La séance est ouverte à 9 heures 15 minutes.

M. Daragane, président de la 3e section, et **M. Banderali,** secrétaire principal de la 2e section, prennent place au bureau.

M. le Président. Nous nous sommes réunis pour examiner, en commun, comme le veut le questionnaire, l'article XIX concernant l'éclairage des gares.

La parole est à M. L. Weissenbruch, ingénieur au ministère des chemins de fer, postes et télégraphes de Belgique, chargé de faire l'exposé de la question.

M. Weissenbruch. J'ai réuni un assez grand nombre de renseignements sur l'éclairage des gares et j'ai tâché d'en faire l'analyse la plus complète possible dans la seconde partie de mon rapport qui a été imprimé dans le *Bulletin* (1) et dont des tirés à part vous ont été distribués. Nous n'avons pas, je crois, à examiner ici cette analyse, puisqu'elle comprend surtout des chiffres, mais plutôt à consi-

(1) Voir vol. I, n° 8, août 1887, 4e et dern. fasc., p. 897.

dérer la question à un point de vue tout à fait général. C'est dans cet ordre d'idées que j'ai rédigé la première partie de mon travail, intitulée : « Exposé sommaire des éléments de la question. » La deuxième partie : « Analyse des renseignements recueillis », constitue en quelque sorte la justification de l'exposé sommaire.

Si l'on jette un coup d'œil d'ensemble sur la question de l'éclairage des gares, une chose saute aux yeux : c'est que depuis un certain temps déjà, les Administrations de chemins de fer ont fait de nombreux efforts pour introduire dans leurs gares un éclairage plus complet qu'autrefois. Elles ont employé à cet effet des becs de gaz, des lampes à pétrole, des foyers électriques intensifs.

Je ne veux pas vous dire en détail toutes les considérations qui ont déterminé la tendance que je viens de signaler, mais il est certain que l'éclairage intensif a procuré beaucoup d'avantages indirects auxquels on ne s'attendait pas tout d'abord.

Les témoignages ne manquent pas en faveur de ces avantages; cependant, ils sont rarement assez précis pour ne pas pouvoir donner lieu à discussion. Ne serait-il pas utile de faire des expériences assez suivies pour savoir au juste, à côté du surcroît de dépense provenant d'un meilleur éclairage, l'économie qui peut en résulter dans une gare à marchandises, et spécialement dans une gare de triage, par suite d'une meilleure utilisation des installations, de l'augmentation de rendement du travail du personnel, de la diminution des accidents, des avaries au matériel et aux marchandises, ainsi que des erreurs et des dévoiements dans les expéditions?

de repère et n'avaient pas pour but de produire un éclairage complet, on se servait très peu de calculs pour déterminer les emplacements des foyers. On avait pourtant quelques règles empiriques; on savait que pour éclairer un quai à voyageurs, par exemple, il fallait des becs de gaz d'une certaine intensité, placés à une certaine distance l'un de l'autre.

Aujourd'hui que les progrès de la fabrication du gaz et de l'électricité ont vulgarisé les becs intensifs et les régulateurs puissants, le problème à résoudre, même pour l'éclairage des espaces ouverts, est presque toujours qu'une intensité de lumière déterminée soit partout répandue. Il faut, par exemple, que dans tous les points d'une salle d'attente ou d'un quai à voyageurs, il soit possible de lire un journal, ou que, dans une gare à marchandises, il soit facile de déchiffrer les étiquettes d'un wagon sur une voie quelconque.

L'importance de la dépense exige aussi que l'on examine toutes les solutions, de façon à choisir la plus économique. Il est nécessaire, pour cela, qu'il n'y ait nulle part un luxe d'éclairage qui troublerait d'ailleurs les travailleurs, en produisant des contrastes d'ombre et de lumière; mais il importe aussi que des modifications, toujours très coûteuses, ne soient pas nécessaires à l'installation après son achèvement.

Tout cela exige que les projets soient minutieusement étudiés d'avance et que l'on détermine dans chaque cas bien exactement le nombre et le pouvoir éclairant des foyers nécessaires, ainsi que leur hauteur, en fonction de l'*éclairement* que l'on veut obtenir en un point quelconque de la surface du sol.

Déjà l'Administration de l'État belge a mis au concours l'éclairage de certaines de ses gares, en laissant aux soumissionnaires le soin de dresser eux-mêmes le projet d'installation, pourvu que la quantité minima de lumière à fournir fût de 1/50 de *carcel* dans les espaces découverts, de 1/15 de *carcel* sur les quais à voyageurs et de 1/8 de *carcel* dans les salles d'attente, salles des pas perdus, bureaux et ateliers.

En prononçant ce mot de 1/50 de carcel par exemple, il vient à l'esprit cette remarque qu'il n'y a point d'*unité d'éclairement* officielle. Il n'y a qu'une *unité de pouvoir éclairant.*

M. Preece, dans son rapport sur l'éclairage électrique des rues de Londres, avait proposé de prendre comme unité l'éclairement produit par l'unité pratique de pouvoir éclairant la plus répandue, le carcel, à un mètre de distance. C'est cette unité que les chemins de fer de l'État belge ont adoptée en l'appelant *carcel.* Il y a certainement un inconvénient à cette dernière dénomination, qui peut amener

des confusions. M. Preece avait proposé le mot *lux*. Ce serait peut-être un peu de luxe dans les mots. (*Hilarité.*) Je pense donc qu'il serait préférable de prendre un terme composé, rappelant mieux la valeur de la chose désignée. On pourrait dire un *carcel-mètre*. C'est encore un point qui me semble de nature à être soumis à la discussion.

A cette question vient se rattacher celle de l'unité de pouvoir éclairant. Dans quelques pays, c'est le carcel; dans d'autres, c'est la bougie de spermacéti ou celle de paraffine.

Il est difficile, lorsqu'on reçoit des renseignements de différents pays, de les comparer exactement, car les unités étalons auxquelles elles se rapportent ne sont pas toujours clairement ni exactement définies.

En conformité du vœu de la Conférence internationale des électriciens, il serait fort à désirer que l'on indiquât toujours la valeur du carcel ou de la bougie qui a servi de mesure en fonction de la nouvelle unité officielle de lumière.

Cette unité est, pour chaque lumière simple, la quantité de lumière de même espèce émise normalement par un centimètre carré de platine à la température de solidification; et pour la lumière blanche, la lumière totale émise par cette même source lumineuse.

Nous venons de parler des intensités minima d'éclairement requises par les chemins de fer de l'État belge. Comment vérifie-t-on si elles sont réalisées? Pour mesurer les intensités d'éclairement, on a combiné divers appareils peu employés. On se contente, en général, de déterminer les pouvoirs éclairants des foyers lumi-

réagir, on a parfois pris des supports trop élevés, comme cela a été fait à titre d'expérience à la gare de Bruxelles-Schaerbeek. Les foyers y étaient espacés de 50 à 62 mètres, et ils ont été placés sur des mâts de 30 mètres de hauteur, tandis que la règle précédemment énoncée n'indiquait que 17m78 à 22 mètres de hauteur, au maximum.

Il me reste à vous parler des dernières améliorations et des dernières innovations introduites dans l'éclairage des chemins de fer. Je passerai en revue, à cet effet, les différents modes d'éclairage.

1° *Éclairage à l'huile.* — Les lampes à pétrole à double courant d'air et à forte consommation horaire semblent trop peu employées dans les chemins de fer, malgré tous les avantages qu'elles présentent et malgré leur adoption assez générale pour l'éclairage privé. Cependant, les chemins de fer de l'État belge ont fait connaître qu'ils expérimentaient quelques types récents de ces lampes à consommation horaire de 60 à 100 grammes de pétrole.

Il y a lieu de signaler également les essais faits à Paris par la Compagnie de l'Ouest, pour éclairer par la lampe *lucigène* la tranchée entre le tunnel des Batignolles et le pont de l'Europe, ainsi que la halle des messageries de la rue de Saint-Pétersbourg.

La flamme est engendrée par la combustion d'huiles lourdes de goudron (résidu de la fabrication du gaz), enrichies par l'oxygène provenant d'un courant d'air comprimé ([1]).

L'appareil est décrit dans le numéro de janvier dernier de la *Revue générale des chemins de fer.*

Quelques détails sont donnés dans l'analyse des renseignements recueillis, qui forme la seconde partie de notre rapport.

La lampe lucigène semble pouvoir rendre de grands services pour l'éclairage des chantiers en plein air là où le gaz fait défaut et où il n'y a pas une force motrice suffisante pour mettre en marche des dynamos électriques.

2° *Éclairage au gaz.* — L'emploi des becs intensifs est de plus en plus général, et l'économie qu'ils produisent partout où une lumière abondante est nécessaire a été signalée par la plupart des Administrations. L'économie est évaluée à

([1]) Un savant belge, M. Donny, avait déjà combiné, il y a quelques années, une lampe brûlant des huiles lourdes avec l'emploi de l'air comprimé. Cette invention a fait l'objet d'un rapport à la Société d'encouragement. (Voir *Dictionnaire des arts et manufactures de Laboulaye*, supplément, édition de 1872.)

69 p. c. à égalité de lumière, par la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée; elle a été de 38 p. c. pour une partie de la gare de Hanovre, où l'éclairage a d'ailleurs été, de plus, fort amélioré. (Voir l'« Analyse des renseignements recueillis ».)

Les carburateurs à naphtaline et les régulateurs de pression peuvent servir à réaliser une grande économie dans la consommation du gaz, de même que les robinets permettant de faire basse flamme sur les quais à voyageurs pendant l'intervalle des trains, et dans les stations à marchandises pendant toute cessation dans les expéditions [1]. Le complément naturel des robinets à basse flamme est un bon système de primes permettant d'intéresser le personnel aux économies réalisées. Nous renvoyons à ce sujet aux règlements de l'État hongrois et de l'État belge, qui sont reproduits dans « l'Analyse des renseignements recueillis ». (Voir deuxième partie, II : Éclairage au gaz. Primes au personnel.)

Enfin, la consommation annuelle du gaz peut dans bien des cas être réduite par une revision attentive des canalisations. (Voir aussi l'« Analyse des renseignements recueillis ».)

3° *Éclairage à l'électricité.* — Personne ne conteste plus aujourd'hui les avantages des foyers électriques puissants pour l'éclairage des grandes étendues de terrain découvert et, en général, de tous les espaces où doit être répandue une quantité de lumière considérable.

Ces avantages existent aussi dans une certaine mesure pour les foyers intensifs

[redacted]

considéré comme un luxe dont les principaux avantages sont les jolis effets décoratifs qu'on peut en tirer, ainsi que la beauté, l'éclat et la fixité de la lumière.

L'éclairage des gares par l'électricité a pris de l'extension dans ces dernières années.

En Allemagne, l'électricité est employée ou essayée dans plus de quarante grandes gares. Citons les plus importantes: Strasbourg (70 régulateurs, 100 lampes à incandescence), Carlsruhe (24 régulateurs, 250 lampes à incandescence), Darmstadt (17 régulateurs, 170 lampes à incandescence), Schels (50 régulateurs), Munich (47 régulateurs), Hanovre (24 régulateurs).

En Angleterre, les journaux spéciaux ont donné des descriptions de l'éclairage électrique des docks de Tilbury, de la gare de Saint-Enoch, de la station de Paddington et de celle de Glascow, etc. Dans la station de Liverpool street terminus du Great-Eastern, l'électricité sert à compléter l'éclairage au gaz.

En Autriche-Hongrie, il a été publié des renseignements sur deux gares éclairées par l'électricité : Budapest (gare centrale) et Feldkirch. Nous croyons qu'il n'en existe que trois autres : celles des chemins de fer de l'État, de la Sudbahn et de la Westbahn, à Vienne.

En Belgique, il y a aux chemins de fer de l'État 17 installations distinctes, comprenant 163 foyers à arc et 322 lampes à incandescence. On en trouvera le détail dans l' « Analyse des renseignements recueillis ». Le Grand Central Belge a placé la lumière électrique depuis 1882 dans sa gare de Lodelinsart.

En France, les installations sont plus rares; nous citerons : la gare à marchandises de la Villette et la gare à voyageurs de la Compagnie de l'Est, à Paris. La gare de la Chapelle-Triage (Compagnie du Nord), une partie des gares de Paris et de Marseille de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, ainsi que les gares de Bellegarde et Laroche-sur-Foron de cette même Compagnie.

En Italie, l'éclairage électrique est installé dans les gares de Milan-Central, de Milan-Porte-Simplon, de Turin-Porte-Neuve, de Sampierdarena, de Gênes-Place-Principe, de Pise-Central et de Rome-Termini.

Il existe certainement en Europe encore d'autres installations que celles qui précèdent, mais nous nous sommes surtout attaché à résumer les documents si intéressants que quelques Administrations ont fait parvenir au Congrès, et nous prions celles qui se sont abstenues de bien vouloir nous pardonner notre silence.

Aux États-Unis, d'après les renseignements que nous avons pu recueillir, l'éclairage électrique n'est pas aussi répandu dans les gares que nous nous l'imaginons généralement. En dehors de certaines grandes villes où il existe des usines élec-

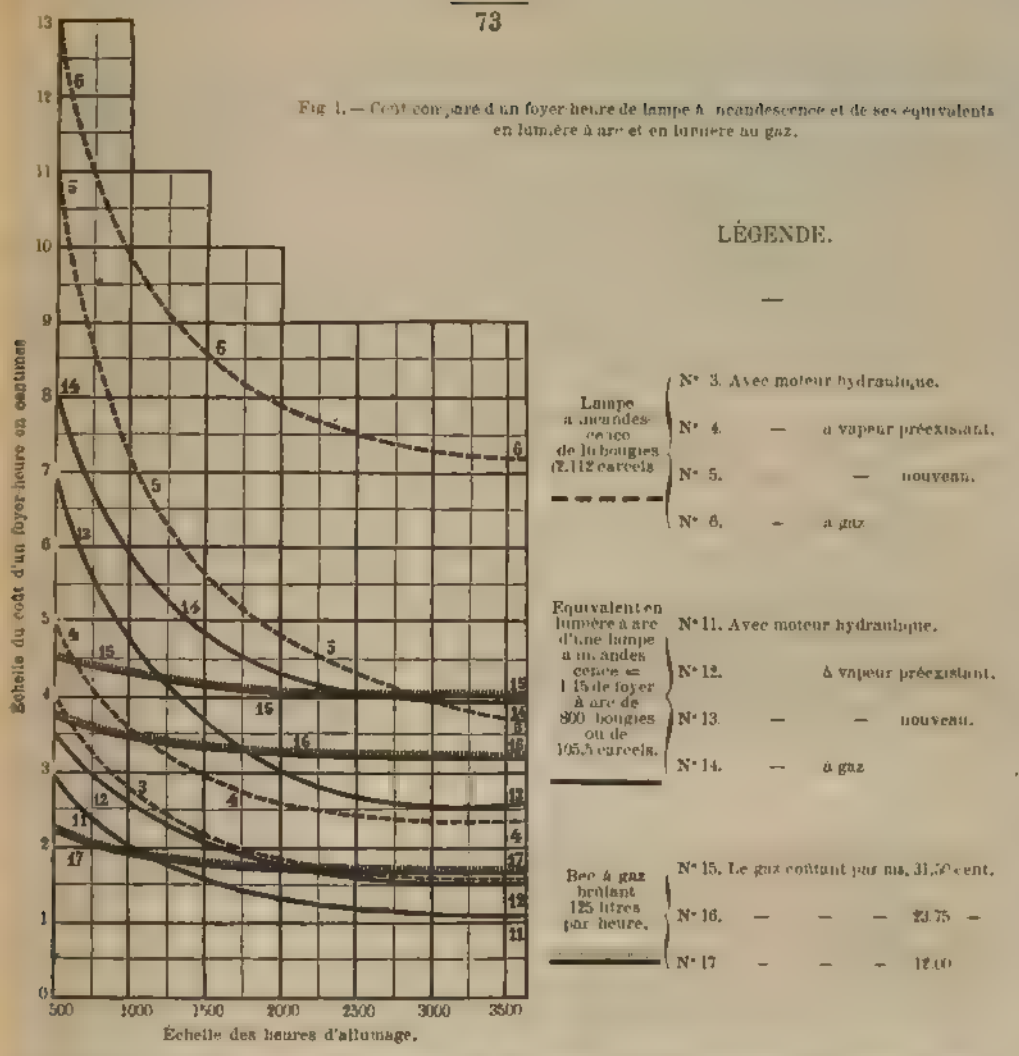
triques pour l'éclairage public, il est très rare qu'une gare américaine soit entièrement éclairée par l'électricité. Mais on fait aux États-Unis un usage assez général de foyers Brush de 2,000 candles nominaux, pour renforcer l'éclairage au gaz partout où c'est nécessaire, principalement : dans les gares à marchandises, à l'entrée des cours, sur les quais et dans les docks; dans les gares à voyageurs, aux entrées principales et aux places de stationnement des voitures.

Le mouvement que nous venons de signaler en faveur de l'éclairage électrique s'étendra sans aucun doute à mesure que l'on reconnaîtra tous les avantages que l'on peut retirer d'un éclairage plus intensif, et surtout que le prix de revient s'en abaissera.

La question du prix de revient a donc, pour la lumière électrique, une importance toute spéciale, car c'est le plus souvent l'élévation de la dépense qui conduit à rejeter ce genre d'éclairage ou à l'adopter, et une fois un système établi, il faut des motifs très sérieux pour en changer.

Nous avons donné, dans l'« Analyse des renseignements recueillis » qui forme la deuxième partie de notre rapport, d'assez nombreux exemples de calculs détaillés du coût de l'éclairage électrique, et de comparaisons avec le coût d'un éclairage au gaz équivalent; mais ce ne sont là que des cas particuliers. Afin de montrer d'une façon bien frappante l'influence, sur ces comparaisons, des diverses circonstances particulières — nombre d'heures d'allumage, utilisation d'une force hydraulique, préexistence d'un moteur à vapeur, etc. — nous avons dressé le tableau graphique qui figure à la page 16 des tirés à part de notre rapport. (Voir figure 1 ci-contre.)

Fig. 1. — Coût comparé d'un foyer-heure de lampe à incandescence et de ses équivalents en lumière à arc et en lumière au gaz.



N. B. — On a supposé une installation de 150 lampes à incandescence de 16 bougies, absorbant un cheval-vapeur par 7 lampes et considérée comme donnant le même éclairage que 10 régulateurs de 800 bougies (soit, sans globe en verre, 1,200 bougies), prenant 1 cheval-vapeur par foyer.

Les frais de premier établissement ont été comptés comme suit :

25,275	francs	pour une machine à vapeur		de 22	chevaux.
14,197	—	—	—	de 10	—
17,325	—	—	à gaz	de 22	—
11,025	—	—	—	de 10	—
16,550	—	pour 150 foyers à incandescence.			
12,600	—	pour 10 foyers à arc.			
4,450	—	pour 150 becs à gaz.			

L'intérêt et l'amortissement annuels ont été calculés ensemble à 12 1/2 p. c.

en dessous de celle du gaz à 23.75 centimes à partir de 1,800 heures, pour rester toujours au-dessus de celle que l'on pourrait tracer pour du gaz à 19 centimes environ. La courbe n° 5 de l'incandescence ne rejoint celle du gaz à 31.50 centimes qu'à partir de 2,800 heures environ.

Enfin, les courbes n° 3 et n° 12 (incandescence avec moteur hydraulique et arc avec moteur à vapeur préexistant) se confondent presque entre elles et descendent en dessous de la courbe du gaz à 12 centimes à partir de 2,200 heures environ.

N'oublions pas, pour finir, d'insister sur ce que les comparaisons de notre graphique ne se rapportent qu'à des foyers à arc de 800 bougies (un peu plus de 100 carcels) et sur ce qu'on emploie fréquemment dans les grandes gares des foyers plus intenses. Les comparaisons sont alors plus favorables encore à l'électricité.

Nous avons déjà dit que dans le cas le plus général, celui où il est nécessaire d'établir une machine nouvelle, c'est surtout parce que l'intérêt et l'amortissement des frais de premier établissement se répartissent sur le petit nombre d'heures de nuit où fonctionne l'éclairage qu'ils constituent une charge écrasante.

S'il était possible de faire servir l'installation d'éclairage à une distribution simultanée de force motrice, le prix du foyer-heure serait beaucoup diminué.

Or, on peut prévoir le temps où toute gare importante devra être pourvue d'une pareille distribution, qui lui permettra à la fois de diminuer le personnel et d'activer le service des manœuvres.

Le moteur électrique serait alors utilisé pendant le plus grand nombre d'heures

M. le Président. La discussion est ouverte.

M. René Picard (*France*). M. le rapporteur a parlé tout à l'heure des essais faits par la Compagnie de l'Ouest français avec le lucigène.

Le chemin de fer du Midi a aussi expérimenté récemment le lucigène, avec beaucoup de succès. Nous avons assisté à des opérations d'embarquement et de débarquement de troupes, et nous avons constaté que l'éclairage était excellent. Malgré la pluie et le vent, on voyait parfaitement clair dans toute l'étendue des gares. Le mode d'éclairage dont il s'agit a, en outre, l'avantage d'être très économique.

M. le Président. Ne pourriez-vous nous donner quelques détails sur le système tel qu'il avait été installé?

M. René Picard. On avait mis sur un wagon plat une locomobile, et à côté de celle-ci une pompe foulante qui lançait de l'air dans les appareils. Le système est très portatif et très facile à installer. Il y a des conduits en fer qui amènent l'air comprimé jusque dans les gros cylindres, où se fait l'opération spéciale de la pulvérisation, et on met le feu en haut de la tuyère d'échappement.

Cela fait beaucoup de fumée et beaucoup de bruit; c'est impraticable dans des espaces fermés. Dans les grandes halles aux marchandises, par exemple, cela serait très mauvais; mais, en plein air, pour des gares de triage, pour des opérations d'embarquement et de débarquement, pour la manutention de marchandises sur les voies de débord, le lucigène offre une excellente solution.

M. le Président. L'intensité lumineuse est-elle suffisante?

M. René Picard. On voyait aussi clair sur les voies et sur les quais éclairés au lucigène que sur les voies éclairées à l'électricité. L'installation se fait avec une extrême rapidité. On a envoyé à Bordeaux, par dépêche télégraphique, l'avis de munir les gares des appareils nécessaires et, deux jours après, les installations étaient prêtes. Je suis convaincu que nos collègues du service de la voie se serviront de ce système quand ils auront à faire, la nuit, des travaux urgents. Quand des déraillements, des accidents de nuit se seront produits, on pourra utiliser cet éclairage, qui facilitera le déblaiement des voies.

Quant aux tunnels, je doute qu'ils puissent être éclairés au lucigène, parce qu'il produit beaucoup de fumée. C'est une question qui devra être examinée.

M. Banderali. Voici ce qui s'est passé au chemin de fer du Nord français à ce

sujet. Il y un an et demi que l'inventeur de ce système est venu nous apporter cette lampe. Nous l'avons essayée assez longtemps sur des voies de formation de trains près de Paris. Sur les voies qui sont au dehors, l'usage de cette lampe a été favorable. A la suite de ces premiers essais, la Compagnie de l'Ouest a aussi essayé ce système dans un espace fermé. Tout en se trouvant satisfaite de la facilité d'installation, elle a reconnu certains inconvénients résultant du dépôt des matières fuligineuses produites par la fumée.

Au chemin de fer du Nord, nous aurions continué à nous servir de cet éclairage, si nous ne nous étions pas trouvés très voisins d'une force motrice d'éclairage électrique, à la gare de la Chapelle. C'est ce qui nous a fait renoncer pour ce cas particulier à l'emploi du lucigène. D'une manière générale, on peut dire que, dans tous les cas de déraillement, il peut rendre des services. La compression de l'air ne peut s'obtenir que par une locomobile.

M. René Picard. Nous allons mettre ce système d'éclairage en application sur une de nos grandes gares de triage, celle de Périgny, près de Dijon. Au prochain Congrès, nous pourrons vous rendre compte des résultats de ces essais tentés en grand.

M. Polonceau (*France*). La flamme du lucigène a une longueur d'environ 70 centimètres pour la lampe de 2,000 bougies; le volume de la flamme supprime complètement les ombres portées trop crues.

M. le Président. Où se met le bec?

M. Henry. Elle doit valoir, aux cours actuels des goudrons, de 45 à 50 francs la tonne de 1,000 kilogrammes, prise à l'usine ou sur le bateau.

M. Dery (*Belgique*). Nous avons également essayé à l'État belge la lampe de Hannay dite *the lucigen*. Nous avons constaté qu'il fallait un cheval de force pour la faire marcher. Le prix de revient d'une lampe que nous avons trouvée égale à 500 lampes-carcels a été de 49 à 50 centimes par heure. Le prix de la matière première était compté à 9 francs les 100 kilogrammes. Nous avons pensé aussi à utiliser cette lampe en cas de déraillement et à en munir les wagons de secours. La question est à l'étude. Nous avons trouvé que cette lampe était très bonne dans les grands espaces découverts, où l'on ne peut pas employer l'électricité. Mais la lampe de Hannay n'est pas comparable à l'électricité : elle peut être un moyen de secours, mais elle n'est pas un moyen pratique de fournir de la lumière à poste fixe.

M. le Président. Sur le chemin de fer de l'État en Belgique, nous tenons à faire le moins possible nous-mêmes. Pour l'éclairage de nos gares principales, nous avons recours à l'adjudication. Nous indiquons l'éclairement minimum que nous exigeons en un point quelconque; puis nous laissons à l'entrepreneur la faculté de se servir soit de l'électricité, soit du gaz ordinaire au moyen de becs intensifs. De cette manière, nous établissons une certaine concurrence entre le gaz et l'électricité. Ce sont les entrepreneurs qui font les projets, c'est à eux à indiquer l'emplacement des différents foyers lumineux, leur nombre et leur pouvoir éclairant. Puis nous jugeons quelle est l'offre qui nous est le plus avantageuse. Nous nous réservons par les cahiers des charges la faculté de reprendre toute l'installation au bout soit de la première année, soit de la deuxième, etc., à des prix à fixer dans la soumission. Je prierai M. Dery de donner quelques renseignements complémentaires à cet égard et de citer des chiffres.

M. Dery. Les chiffres sont ceux que M. Weissenbruch a donnés dans son rapport et qu'il a rappelés tout à l'heure. Pour les espaces découverts, nous demandons au minimum 1/50 de carcel; pour les espaces couverts, les trottoirs des gares, 1/15; pour les salles d'attente, les hangars et les halles de matériel, 1/8.

Les conditions spéciales des cahiers des charges sont assez rigoureuses, car il fallait obliger les électriciens en même temps que les gaziers à concourir au même but par des moyens très différents. On demandait à la Compagnie d'électricité d'établir son usine dans la gare même, si elle n'avait pas un établissement

central assez rapproché de la station à éclairer. On mettait à cet effet à sa disposition une certaine étendue de terrain. Quant au gaz, il venait de l'extérieur par la tuyauterie habituelle placée sous la voie publique.

Nous avons eu plusieurs adjudications. Les prix ont été excessivement différents. Dans certains cas, l'électricité nous a donné satisfaction à des prix relativement minimes. D'autres fois, l'électricité était à des prix très élevés, tandis que le gaz se présentait à des prix relativement bas. Lors d'une des dernières adjudications dont je me rappelle les chiffres, on nous a demandé, pour l'éclairage annuel au gaz d'une gare déterminée qui avait à peu près 19 ou 20 hectares, une somme de 11,500 francs. Le même éclairage par l'électricité exigeait 35,000 francs. Vous voyez quelle économie nous trouvons à établir la concurrence entre les deux systèmes. Dans notre petit pays, les Compagnies d'électricité sont en nombre très restreint. Si nous n'avions fait appel qu'à l'électricité, un syndicat se serait formé pour élever les prix et se partager l'éclairage de nos gares. Voilà pourquoi l'administration supérieure a mis en concurrence le gaz et l'électricité. Il est probable que lorsqu'on aura une expérience suffisante de la chose, on pourra renoncer à ce système, qui est un palliatif, et employer pour nos gares le mode d'éclairage reconnu le meilleur. Je pense que l'électricité l'emportera définitivement sur le gaz. Mais c'est avant tout une question de prix. Les machines Édison se vendaient, il y a trois ans, 55,000 francs. Elles sont tombées maintenant à 27,000 francs. Il y a donc cent pour cent d'économie à ne pas se presser d'acheter un matériel qui souvent, trois ans après, ne vaut plus rien ou est complètement démodé. C'est ainsi que nous avons une grande installation à Anvers. [illegible]

M. Bachelet. Je ferai distribuer incessamment les renseignements nécessaires. (Voir Annexe.)

M. Weissenbruch. Je voudrais compléter en quelques points les renseignements que vous a donnés M. Dery. Comme il l'a dit, le système employé par l'État belge est de mettre en concurrence le gaz et l'électricité, en indiquant simplement le minimum d'éclairage à atteindre en un point quelconque.

Ce système est bon parce que nous n'en connaissons pas de meilleur, mais, comme M. Dery l'a dit lui-même, ce n'est qu'un palliatif.

Je voudrais appeler votre attention sur une de ses imperfections. Quand on dit : Une gare ou un espace quelconque recevra un *minimum* d'éclairement de 1/50 de carcel en un point quelconque, le résultat peut être obtenu de façons très différentes. Pour passer à la limite, comme on fait en analyse algébrique, si on plaçait en chaque point une veilleuse donnant 1/50 de carcel, on n'aurait pas *en somme* le même résultat que si on employait un foyer unique qui ne donnerait le 1/50 de carcel qu'à la périphérie de la surface éclairée et procurerait partout ailleurs un éclairement de plus en plus intense.

J'ai déjà dit, dans le résumé de mon rapport, qu'il serait intéressant de se rendre compte des économies qu'un éclairage intense au gaz ou à l'électricité permet de réaliser. J'ai signalé l'utilité qu'il y aurait à faire des expériences comparatives; mais ces expériences ne peuvent pas être faites dans deux gares différentes, ou du moins cela semble très difficile, puisqu'il n'est pas possible d'en trouver dans des conditions identiques.

On n'aurait par conséquent pas, de la sorte, un résultat décisif. Il faudrait prendre la même gare et y employer pendant six mois, pendant un an même, un éclairage ordinaire, puis y substituer pendant une période correspondante un éclairage intensif.

Peut-être M. Niels pourrait-il nous donner son avis sur la façon dont il serait possible de faire les relevés statistiques afin d'établir une comparaison probante.

M. Niels (*Belgique*). Je ne puis que vous dire ce que j'ai pu constater par moi-même. Il existait dans les stations de Bruxelles et de Louvain un éclairage qui laissait beaucoup à désirer. On l'a remplacé par un éclairage au gaz intensif. Il en est résulté d'excellents effets en ce sens que le nombre d'erreurs de chargement a beaucoup diminué. Je ne suis pas à même de fournir des chiffres très exacts, mais je crois pouvoir dire que la diminution a été de 1/5 au moins.

M. le Président. Au point de vue des opérations de chargement et de déchar-

gement dans les gares proprement dites, l'accord est bien réel, et on le constate partout où l'on a amélioré ces conditions de l'éclairage. Mais pour les gares de manœuvres, l'expérience n'est pas aussi concluante, et c'est là surtout qu'il y a encore de l'hésitation. Cependant, on peut parfaitement se rendre compte des avantages d'un éclairage intensif en supputant le nombre d'avaries que subissent les wagons manœuvrés. Des constatations de l'espèce ont été faites, et il n'est pas un ingénieur qui n'ait sa conviction formée à cet égard.

Quant à ce qu'on économise d'une part et ce qu'on dépense de l'autre, il est bien difficile de l'établir et, en pareille matière, c'est le sentiment de l'ingénieur qui doit parler tout d'abord.

M. Polonceau. Il est difficile d'avoir des données tout à fait exactes sur les prix comparatifs de l'éclairage au gaz et de l'éclairage à l'électricité. Ces deux choses-là ne sont pas comparables; l'une est ancienne, l'autre est nouvelle. Vous avez des installations déjà vieilles, qui exigent des dépenses d'entretien et de renouvellement considérables, tandis que pour l'éclairage électrique, vous êtes encore dans la période des débuts. Vous avez peu de dépenses d'entretien.

Dans un petit nombre d'années, les installations électriques demanderont des dépenses d'entretien coûteuses. Personne ne peut avoir d'idée arrêtée là-dessus. Nous sommes tous d'accord seulement qu'il est avantageux et économique, en général, d'éclairer les gares par l'électricité et que les travaux s'y font plus facilement, comme le dit le rapport très intéressant de M. Weissenbruch.

M. Weissenbruch. Il est vrai que notre expérience est moindre, mais en supposant qu'au bout de dix ou de douze ans les installations doivent être entièrement renouvelées, on a de la marge.

M. René Picard. Nous éclairons à l'électricité les grandes gares de Paris et de Marseille depuis pas mal d'années. Cet éclairage date, je crois, de huit ans. Nous employons le système Lontin. Mais nous n'en sommes pas très satisfaits. Nous l'avons installé au début de l'éclairage électrique et nous constatons que l'entretien en est très coûteux et que le prix en augmente progressivement avec le nombre d'années. Nous serons forcés de substituer à ce mode d'éclairage un autre système plus perfectionné.

En laissant même de côté cette question, nous avons constaté que l'éclairage électrique était fort cher. Il y a, comme compensation, un service de bagages et un service de messageries mieux faits, mais il est difficile d'évaluer le bénéfice réalisé de ce chef.

Quoi qu'il en soit, comme ensemble, nous considérons l'éclairage à l'électricité dans nos gares de Paris et de Marseille comme une cause de dépense sérieuse. Je ne sais pas si, en Belgique, on a trouvé une économie à ce mode d'éclairage même en ne tenant pas compte des améliorations de service qu'il procure. Chez nous, si on prend ce que coûtait l'éclairage des gares de Paris et de Marseille autrefois et si l'on calcule ce qu'il coûte aujourd'hui, on arrive à une augmentation de près de 50 p. c.

Il me semble que le problème n'est pas résolu et que nous avons encore beaucoup à étudier. Dire qu'il est certain, dès à présent, que l'éclairage électrique constitue un éclairage économique est aller un peu vite. Nous pouvons déclarer que c'est un éclairage de luxe excellent; qu'il est utile pour l'exploitation; qu'il concourt à éviter les accidents, les erreurs de toute sorte; mais on ne peut affirmer que ce soit un éclairage économique. Du moins, l'expérience de notre Compagnie n'autorise pas cette conclusion.

M. le Président. Sur quoi porte principalement la dépense?

M. René Picard. Sur l'éclairage lui-même. Il est vrai que nous sommes mieux éclairés qu'auparavant, mais on s'habitue à un bon éclairage. Il est même arrivé un singulier résultat. Nous avons été obligés d'éclairer davantage les locaux voisins des halles éclairées par l'électricité. Quand nos employés sortaient des halles pour travailler dans les bureaux, ils ne voyaient plus clair. Nous avons donc été

obligés d'augmenter l'éclairage des bureaux. On est désireux de faire toujours de mieux en mieux.

On a éclairé à l'électricité les salles des pas perdus, les avenues, les abords de nos gares. On s'est étendu vers les voies extérieures. Bref, c'est très beau, très agréable, mais c'est un éclairage de luxe. Je suis convaincu que ce n'est pas dans l'électricité que nous trouverons un éclairage économique pour les grands espaces à découvert. C'est pourquoi j'ai pris la liberté d'appeler l'attention du Congrès sur le lucigène. C'est là qu'est l'avenir pour les grands espaces, tant que les matières premières qu'on brûlera dans ce système seront au bon marché actuel.

En résumé, je crois que nous ne pouvons pas dire que le problème est résolu. La question est à l'étude; mais je ne crois pas que l'éclairage électrique soit celui de l'avenir au point de vue économique.

M. Polonceau. Cela dépend des cas particuliers. On ne peut faire une comparaison générale du prix de revient de l'électricité et du gaz, puisque le coût de ce dernier est très variable : il va de 10, 12 centimes à 20 et 30 centimes. L'écart est donc de plus du simple au double.

M. le Président. Nous avons des contrats de fourniture de gaz de 11 1/2 à 12 centimes.

M. Polonceau. A ce taux, il peut encore y avoir un certain bénéfice à l'éclairage par l'électricité, si vous tenez compte des divers avantages de cet éclairage.

M. Mayer (*France*). Nous nous habituons facilement à un éclairage intensif et

Nous ne savons pas quel sera dans l'avenir l'éclairage intensif le plus économique. Le prix de la lampe lucigène est pour le moment le moins élevé; mais que deviendra plus tard cette source de lumière au point de vue du prix des matières employées?

Quant à l'électricité, elle n'a pas dit son dernier mot comme bon marché. Il faut laisser cette question dans le vague, parce que nous n'avons pas les éléments nécessaires pour dire quel sera l'éclairage le plus économique dans l'avenir.

M. Banderali. Il faut chercher ses exemples dans les pays qui font le plus grand usage des procédés que nous discutons. En Amérique, l'éclairage à l'électricité est devenu aussi courant que l'éclairage à l'huile l'était il y a vingt ans en Europe. Si vous le permettez, nous demanderons à M. Ely, ingénieur du Pennsylvania railroad, de nous donner quelques détails à ce sujet.

M. Ely [1]. Je puis vous dire, messieurs, que d'une manière générale, dans tous les espaces ouverts où l'on a besoin d'un éclairage digne de ce nom, on emploie les lampes à arc, qui sont infiniment plus économiques que le gaz. Il est à remarquer que le gaz coûte souvent plus cher aux États-Unis que chez vous. Le prix ordinaire est de 6 fr. 25 c. par mille pieds cubes, ce qui fait 30 centimes le mètre cube.

Dans ces conditions, l'électricité est plus économique.

Dans les espaces clos, comme les bureaux, on se sert de la lampe à incandescence Edison, qui est la moins chère, mais seulement quand on peut prendre la lumière aux grandes Compagnies qui éclairent les villes. Quand de pareilles compagnies existent, il est toujours plus avantageux de les charger du service de l'éclairage que de produire soi-même la lumière.

Il est possible que si des usines centrales de production d'électricité venaient à se répandre davantage, les frais pourraient se réduire et les prix s'abaisser. On éviterait ainsi les réparations d'importance croissante qui augmentent beaucoup le coût de l'éclairage.

M. Mayer. Je voudrais obtenir quelques renseignements sur l'éclairage en Amérique par le gaz naturel. Est-il exact que des sources de gaz, qui servent au chauffage, soient aussi employées à l'éclairage des usines et des villes?

M. Banderali. Je me suis rendu en Amérique, où j'ai fait une étude spéciale

[1] Paroles prononcées en anglais et traduites en séance par M. Banderali.

du gaz naturel. Il n'a pas de pouvoir éclairant, sauf en très grandes masses; et il ne sert en aucune façon à l'éclairage particulier par bec isolé, il ne sert qu'au chauffage. On a trouvé aux environs de Pittsburgh des réserves considérables de gaz à une pression très élevée. M. Westinghouse s'est occupé depuis trois ans de cette question avec le talent mécanique qu'il apporte en toutes choses et il a réussi admirablement à en faire une très grande affaire. Il a capté ces sources de gaz et les a amenées à Pittsburgh. Ce gaz est employé dans les maisons pour servir au chauffage des cuisines et des appartements; il est largement employé dans toutes les usines. Comme il a besoin d'une échappatoire, la nuit, on le laisse sortir par certains tuyaux ménagés à cet effet, et alors on l'allume. C'est à ce point de vue qu'il peut éclairer un peu les villes, mais ce n'est pas un procédé courant d'éclairage. Depuis 1885, le gaz naturel est employé dans beaucoup de villes; Wheeling est ainsi chauffé.

M. Henry. Nous avons fait dernièrement une étude comparative du prix de revient de l'éclairage par le gaz et par l'électricité pour un nouvel atelier de réparation de voitures que nous installons à Oullins, près de Lyon. D'après les prix offerts par différentes sociétés d'électricité et le prix du charbon pour la force motrice, nous avons reconnu que l'électricité ne serait plus économique que le gaz que si ce dernier coûtait plus de 18 centimes le mètre cube.

M. le Président. A intensité lumineuse égale?

M. Henry. Nous ne pouvons pas dire à intensité lumineuse égale, mais seule-

M. Weissenbruch. Le nombre d'heures d'éclairage a une grande importance.

M. Henry. En effet, l'éclairage des ateliers où l'on ne travaille pas longtemps à la lumière est beaucoup plus cher que celui des gares où l'on travaille pendant toute ou presque toute la nuit. Dans les ateliers, les foyers électriques ne doivent fonctionner au maximum que quatre heures par jour pendant les jours les plus courts de l'année. Pour toute l'année, on n'a que 400 ou 450 heures d'éclairage. Le prix de revient de l'heure est augmenté considérablement par ce fait.

D'un autre côté, ce prix de revient varie aussi beaucoup suivant qu'il faut installer un moteur spécial ou que l'on dispose déjà d'un moteur sur lequel on peut prendre le supplément de force nécessaire pour l'éclairage.

L'an dernier, nous avions ouvert à Dijon-Périgny un grand atelier de réparations de wagons à marchandises. Là, les conditions du travail sont autres que pour les voitures; le bâtiment est plus élevé, nous avons pu placer les foyers plus haut et n'en employer que de grands; de plus, nous avions une machine à vapeur assez puissante qui a suffi pour conduire l'atelier et les dynamos; enfin, le gaz coûtait 24 centimes. Nous y avons employé l'électricité sans hésitation.

On ne peut donc dire d'une façon générale que tel système vaut plus ou moins que tel autre : la question doit être examinée en détail dans chaque cas particulier.

M. le Président. Nous avons trouvé qu'au moyen de l'éclairage électrique on produisait un travail plus considérable. Les ouvriers sont très désireux de voir la nuit aussi clair que dans le jour. La qualité du travail est meilleure et la quantité effectuée est plus forte. Je crois que ce résultat peut, sans conteste, être considéré comme acquis.

M. Riva (*Italie*). Chez nous, nous avons installé des appareils électriques et nous y avons trouvé une économie relativement au prix du gaz et de grands avantages pour les manœuvres.

M. Polonceau. C'est une question de prix de revient. A la Société autrichienne-hongroise des chemins de fer de l'État, nous avions installé deux dynamos à nos ateliers de Simmering. Pendant la journée, ces dynamos étaient occupées à transmettre la force motrice à deux autres dynamos, et le soir, elles servaient à l'éclairage. Il en résultait que les dépenses de premier établissement applicables à l'éclairage électrique étaient diminuées dans une forte proportion.

Pour les calculs et les comparaisons à faire, il serait important d'avoir une unité de pouvoir éclairant bien déterminée comme l'a fait observer M. le rapporteur. Il serait très intéressant qu'on s'occupât de cette question au prochain Congrès.

M. Dery. Il y a une commission internationale d'électriciens qui s'est déjà occupée de la question. Il me paraît qu'il ne faut pas faire deux fois le même travail. L'Académie de France l'a traitée également. On a fait de très grands travaux là-dessus. Je ne sais s'il est bien conforme au but du Congrès des chemins de fer que nous nous occupions de choses qui sont du domaine de la science pure.

M. Weissenbruch. Il y a, dans la question, d'abord l'unité de pouvoir éclairant d'un foyer, puis l'unité *d'éclairement* d'une surface. Ce mot ne figure pas dans le dictionnaire de l'Académie, mais les techniciens l'emploient pour signifier la quantité de lumière répandue sur une surface donnée.

J'ai fait observer qu'il n'y a pas d'unité d'éclairement officiel, mais il existe parfaitement une unité de pouvoir éclairant officielle — le centimètre carré de platine à la température de solidification — et c'est d'elle que s'est occupée la conférence internationale des électriciens. Seulement en pratique, comme je l'ai dit tout à l'heure, on se sert d'autres unités — le carcel, la bougie de spermacéti, celle de paraffine — sans définir assez exactement l'étalon de comparaison.

Ainsi que le dit M. Polonceau, et conformément au vœu de la conférence internationale des électriciens, nous pourrions déclarer que pour les calculs et les comparaisons à faire il est à désirer que l'on indique toujours, en fonction de la nouvelle unité officielle de lumière, la valeur du carcel ou de la bougie qui a servi de mesure.

Quant à l'unité d'éclairement, laquelle n'existe pas officiellement, elle ne peut être que la quantité de lumière émise normalement par l'unité de pouvoir éclairant

fer dans les conditions d'éclairage les plus convenables, nous aurions alors des indications complètes qui nous permettraient d'arriver à une conclusion.

M. Weissenbruch. Comme nous allons visiter des installations d'éclairage des chemins de fer de la Méditerranée, je vous demande la permission de corriger quelques erreurs d'impression qui se sont glissées dans les tirés à part de mon rapport qui vous ont été distribués.

Dans les prix de revient de diverses installations d'éclairage électrique (deuxième partie de mon travail), on lit, page 45 : 6° *Chemins de fer de la Méditerranée*, etc. Il faut effacer les deux phrases suivantes : « Enfin, 80 lampes à incandescence éclairent différents locaux. » Et plus loin : « Les lampes à incandescence sont alimentées par une dynamo Cabella. » Au commencement de la page 46, il est dit : « Les dynamos Siemens alimentent chacune 14 lampes différentielles, etc. » C'est « 12 lampes » qu'il faut lire. Au tableau 7, première ligne, dans la première colonne, il faut lire « 8,650 » au lieu de « 865 » et dans la deuxième colonne « 3,400 » au lieu de « 340 » [1].

M. le Président. Je propose de clore la discussion et de conclure. On peut dire, je pense, de la lumière électrique que son emploi donne d'excellents résultats; mais on se demande si ce n'est pas, jusqu'à présent, une lumière luxueuse. Il n'a pas été possible, naturellement, de chiffrer les avantages que l'on doit en retirer. Mais il faut y comprendre les conséquences qui peuvent résulter de son emploi, non seulement au point de vue du travail de l'homme, mais encore à celui des manœuvres dans les stations. Nous avons reçu de très intéressantes communications sur un nouveau foyer lumineux qui semble donner de bons résultats comme intensité et comme économie dans les espaces découverts, surtout quand il s'agit d'installations provisoires en cas d'urgence.

Pour pouvoir conclure sur le sujet qui nous occupe, on devrait savoir plus exactement ce que coûte l'un ou l'autre éclairage.

Dans une réunion que nous avons eue, il a été convenu que l'on tâcherait de recueillir, pendant cette session, les diverses questions qui pourraient être utilement traitées dans la session prochaine.

On pourrait proposer le renvoi à une prochaine session de la question tout entière et de la question spéciale indiquée par M. Polonceau. (*Assentiment.*)

M. Daragane. Je crois répondre au sentiment général des membres de la

[1] Les corrections ont été effectuées dans le rapport réimprimé dans le compte rendu général.

pense les frais supplémentaires occasionnés par l'établissement de l'éclairage intensif.

Comparaison entre l'emploi du gaz et celui de l'électricité. — Pour obtenir un éclairage intensif, vaut-il mieux employer le gaz ou l'électricité? Cela dépend complètement des circonstances locales et chaque cas particulier doit être étudié séparément.

Aux États-Unis, on préfère généralement l'électricité pour l'éclairage des grandes gares, mais le gaz y coûte assez cher et, par contre, l'électricité fournie par des compagnies d'éclairage spéciales, qui assurent le service d'une nombreuse clientèle, revient moins cher qu'elle ne coûte habituellement en Europe.

D'après une étude récemment faite par la Compagnie du chemin de fer de Paris-Lyon-Méditerranée, à l'occasion de l'établissement d'un atelier neuf, on aurait constaté qu'avec du gaz à 18 centimes par mètre cube, les frais de l'éclairage électrique étaient à peu près les mêmes que ceux de l'éclairage au gaz dans ce cas spécial.

Des conditions particulières peuvent toutefois faire pencher la balance en faveur de l'électricité, même lorsque le gaz est à bon marché; la présence d'un excès de force motrice, par exemple, ou encore la possibilité d'employer des machines électriques pour effectuer une transmission de force en dehors des heures consacrées à l'éclairage.

Les frais d'entretien normaux des appareils électriques ne paraissent pas encore complètement connus, ces installations étant de date relativement récente, la 2e et

intensif avait eu pour effet de supprimer en quelque sorte toutes les erreurs de direction.

L'extension de rendement d'une gare obtenue par l'éclairage intensif est un élément d'appréciation très important, car le développement de ce mode d'éclairage a souvent pour effet de dispenser de faire des frais considérables d'agrandissement.

Néanmoins, les sections réunies n'ont pas cru, faute d'éléments d'appréciation suffisants, pouvoir se prononcer d'une manière formelle sur la question.

M. Bachelet. Nous avons, sur certaines parties de notre réseau, de telles conditions d'exploitation que, quelle que soit pour nous la dépense de l'éclairage par l'électricité, il faut que nous en fassions le sacrifice. Il en est ainsi notamment des quais du port de Gênes, où nous ne pourrions plus assurer le service si nous remplacions l'électricité par un autre mode d'éclairage. Les avantages que nous en retirons sont infiniment plus considérables que l'économie que nous réaliserions en recourant à un mode moins coûteux.

M. le Président. Les sections réunies proposent de renvoyer cette question à une session future du Congrès.

— Cette proposition est adoptée et les conclusions présentées par la 2e et la 3e section réunies sont ratifiées par l'assemblée.

ANNEXE

Note sur l'éclairage électrique de la gare de triage de Milan-Porte-Simplon, par l'Administration des chemins de fer de la Méditerranée (Italie).

(PLANCHES XXXIII, XXXIV ET XXXV)

Les voies de triage de la gare de Milan-Porte-Simplon sont disposées dans un triangle dont les côtés ont respectivement la longueur de 376,335 et 180 mètres (voir pl. XXXIII) (1).

Au sommet formé par les deux côtés les plus longs du triangle, à la hauteur de 9m50, sont placés 3 foyers de 990 carcels (2) chacun, armés d'appareils de projection (voir Annexe et pl. V) (3) qui envoient pendant toute la nuit leur lumière le long des voies de triage. Le reste de la gare est éclairé par deux phares de 990 carcels placés à 12m50 de hauteur et un de 528 (4), placé à 9 mètres.

La surface éclairée est de plus de 1,419 hectares.

Les trois foyers armés d'appareils de projection ne fonctionnent simultanément que pendant les brouillards très épais auxquels la gare de triage est très fréquemment exposée, tandis que dans les conditions normales de l'atmosphère, on obtient un éclairage suffisant avec deux foyers seuls.

Deux machines à vapeur de 35 chevaux, dont une de réserve, actionnent 6 dynamos Siemens à courant continu, excitées en tension. (Voir pl. XXXIV.)

La dépense d'exploitation pour l'éclairage électrique de la gare de triage s'élève à 37,000 francs par an environ, et le coût de la carcel-heure à 0f00152.

rage électrique, les frais d'exploitation beaucoup supérieurs, et le pouvoir éclairant insuffisant pour percer le brouillard.

Il ne restait donc qu'à avoir recours à l'éclairage électrique.

Une installation de foyers nombreux, mais du petit pouvoir éclairant d'environ 10 ampères (1), n'aurait pas suffi à améliorer les conditions de l'éclairage; d'autre part, à l'emploi de phares puissants placés sur des mâts, s'opposaient deux obstacles : le manque d'espace entre les voies pour y dresser les mâts et la grande hauteur qu'on aurait dû atteindre pour éviter les ombres portées de wagons. En outre, les frais d'établissement et d'exploitation auraient été trop élevés, vu la nécessité de placer sur les mâts au moins 5 foyers de 33 ampères (1).

Alors on pensa à résoudre le problème en employant la lumière électrique à l'aide d'appareils de projection.

Des essais ayant été faits avec des résultats satisfaisants, l'Administration des chemins de fer de la Haute Italie (2) adopta définitivement le système d'éclairage par réflexion, qui fonctionne depuis 1884 et par lequel le problème est complètement résolu, le triage étant aujourd'hui possible pendant la nuit aussi sûrement et facilement que pendant le jour, même à travers le brouillard.

D'ailleurs, l'expérience a démontré que la forte intensité des faisceaux lumineux n'est nullement nuisible à la vue du personnel chargé de manœuvrer les freins, parce que pendant le triage la lumière lui arrive derrière le dos; pendant la marche de retour, que le personnel doit faire à pied, il suffit qu'on prenne garde de ne pas fixer les yeux sur la source lumimeuse.

Comm. ingénieur MARC MARONI,
chef de la division des télégraphes.

Annexe à la note de l'Administration de la Méditerranée (Italie).

Réflecteur armillaire du système Balestreri, appliqué aux appareils électriques de la station de triage de Milan-Porte-Simplon.

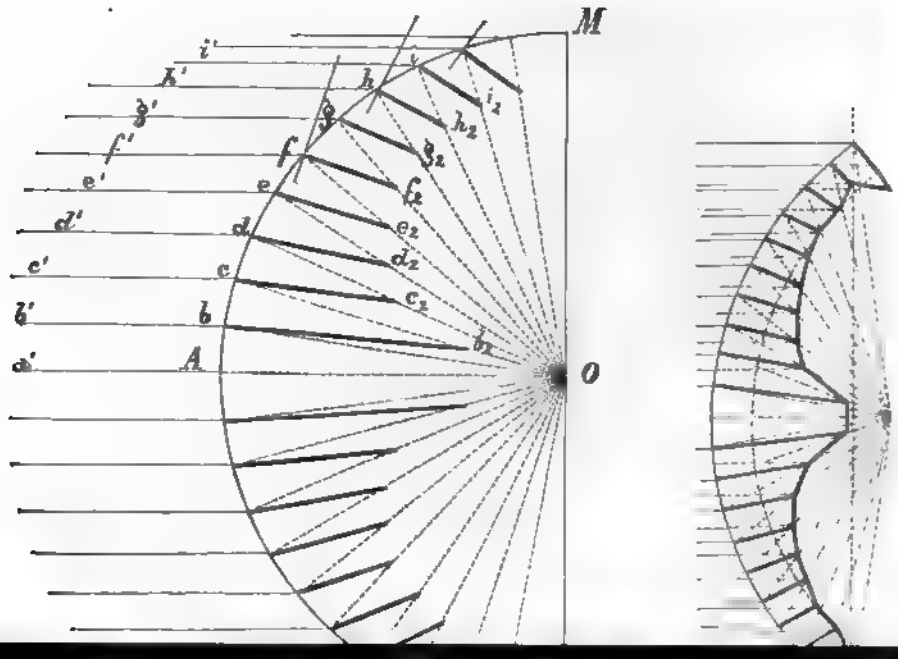
(*Traduction.*)

Le principe sur lequel est fondé le réflecteur Balestreri est le suivant : Divisions en un nombre pair de parties égales A*b*, *bc*, ..., un arc de cercle AM (fig. 1 et 2) au centre duquel se trouve un point lumineux O ; traçons ensuite les droites A*a'*, *bb'*, *cc'*, ..., parallèles à l'axe OA ; puis les rayons OA, O*b*, O*c*, ...; et enfin les droites bb^2, cc^2, dd^2, ..., perpendiculaires aux bisectrices des angles O*bb'*, O*cc'*, O*dd'*, ... En vertu des lois bien connues de la réflexion de la lumière, il est évident qu'un rayon lumineux qui serait contenu dans le plan de la figure, et qui, partant de O, rencontrerait un des miroirs plans dont bb^2, cc^2, dd^2, ..., sont les intersections avec le plan de la figure (fig. 1), serait renvoyé parallèlement à l'axe Inversement, un rayon reçu par l'un des miroirs dans une direction parallèle à l'axe serait rejeté vers le point O. Prolongeons maintenant les droites bb^2, cc^2, dd^2, ..., jusqu'à leurs intersections avec les rayons O*c*, O*d*, ..., et imaginons que tout le système tourne autour de l'axe OA. Chacune d'elles engendrera une armille ou zone tronconique qui constituera une surface réfléchissante douée de la propriété que nous venons d'exposer, c'est-à-dire de réunir en un faisceau parallèle à l'axe les rayons lumineux venant du

(1) Sous 50 volts.
(2) Cette administration gérait encore la gare en 1884.

point O. Si, au lieu d'un faisceau parallèle, on voulait en produire un autre doué d'un degré déterminé de divergence ou de convergence, il suffirait de modifier la construction indiquée plus haut en traçant les droites *bb'*, *cc'*, ..., de manière qu'elles présentassent le degré voulu de divergence ou de convergence.

Au lieu d'un arc de cercle, on peut aussi prendre une droite ou une autre ligne symétrique par rapport à l'axe qui contient la source lumineuse (fig. 2).



Si l'on tient compte du peu de prix des matières employées, on verra que le coût d'achat de l'appareil et celui de son entretien sont relativement peu élevés. Tyndall, dans ses expériences pour les phares, a trouvé que les réflecteurs Balestreri n'étaient pas inférieurs aux coûteux appareils lenticulaires. Les essais qui furent faits à Paris en 1878 donnèrent aussi des résultats satisfaisants.

Le premier modèle de réflecteur employé à la station de Milan-Porte-Simplon est représenté dans l'exposé de la question XIX par M. Weissenbruch (voir pl. XXXI, fig. 28). Le modèle perfectionné est donné par la planche XXXV.

TABLE DES MATIÈRES

DU

VOLUME II

Travaux préparatoires, discussions et conclusions relatifs aux divers articles du questionnaire (*suite*).

VIIIe QUESTION. — **Matériel à voyageurs.**

IXe QUESTION. — **Locomotives.**

Xe QUESTION. — Graissage.

XIe QUESTION. — Primes.

XIIe QUESTION. — Freins.

XIVe QUESTION. — Contrôle des voyageurs.

XVe QUESTION. — Trains de voyageurs.

XVIe QUESTION. — Mouvement des marchandises.

XVIIe QUESTION. — Lignes à faible trafic.

XVIIIe QUESTION. — Manœuvres de gare.

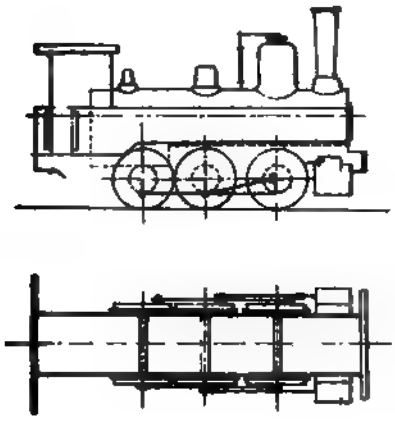
XIXe QUESTION. — **Éclairage des gares.**

TABLE DES MATIÈRES

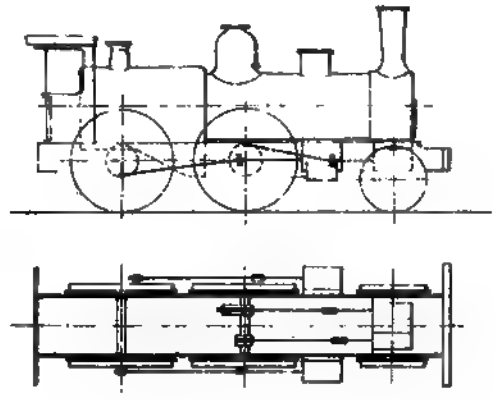
FIN DU VOLUME II

[redacted]

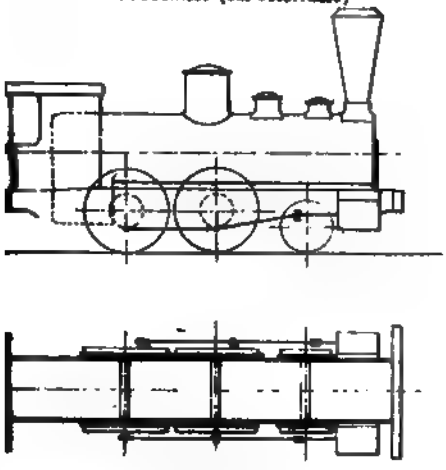
I – A. MALLET. 1875 (Bayonne Biarritz).



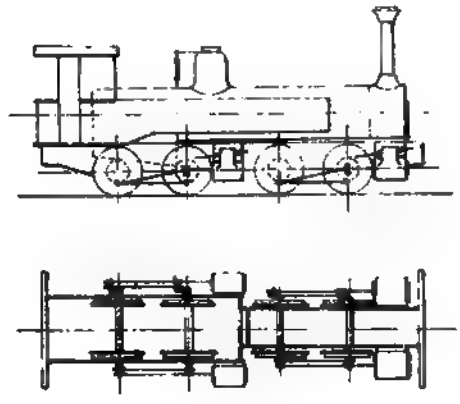
X – A. DE GLEHN. 1886 (Nord François).



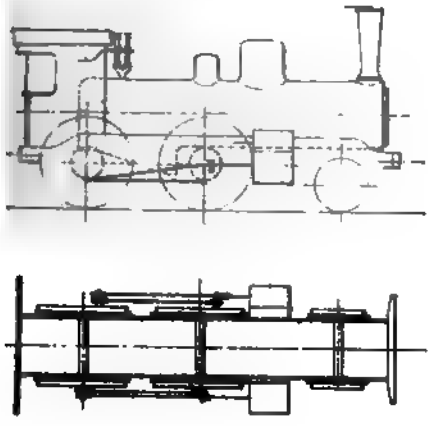
II – A. MALLET. 1880 (Sud-Ouest-Russe).



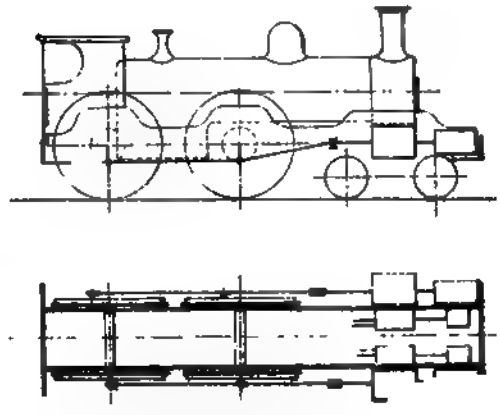
XI – A. MALLET. 1886 (Voie de 1m).



III – VON BORRIES. 1884 (Hanovre Etat).



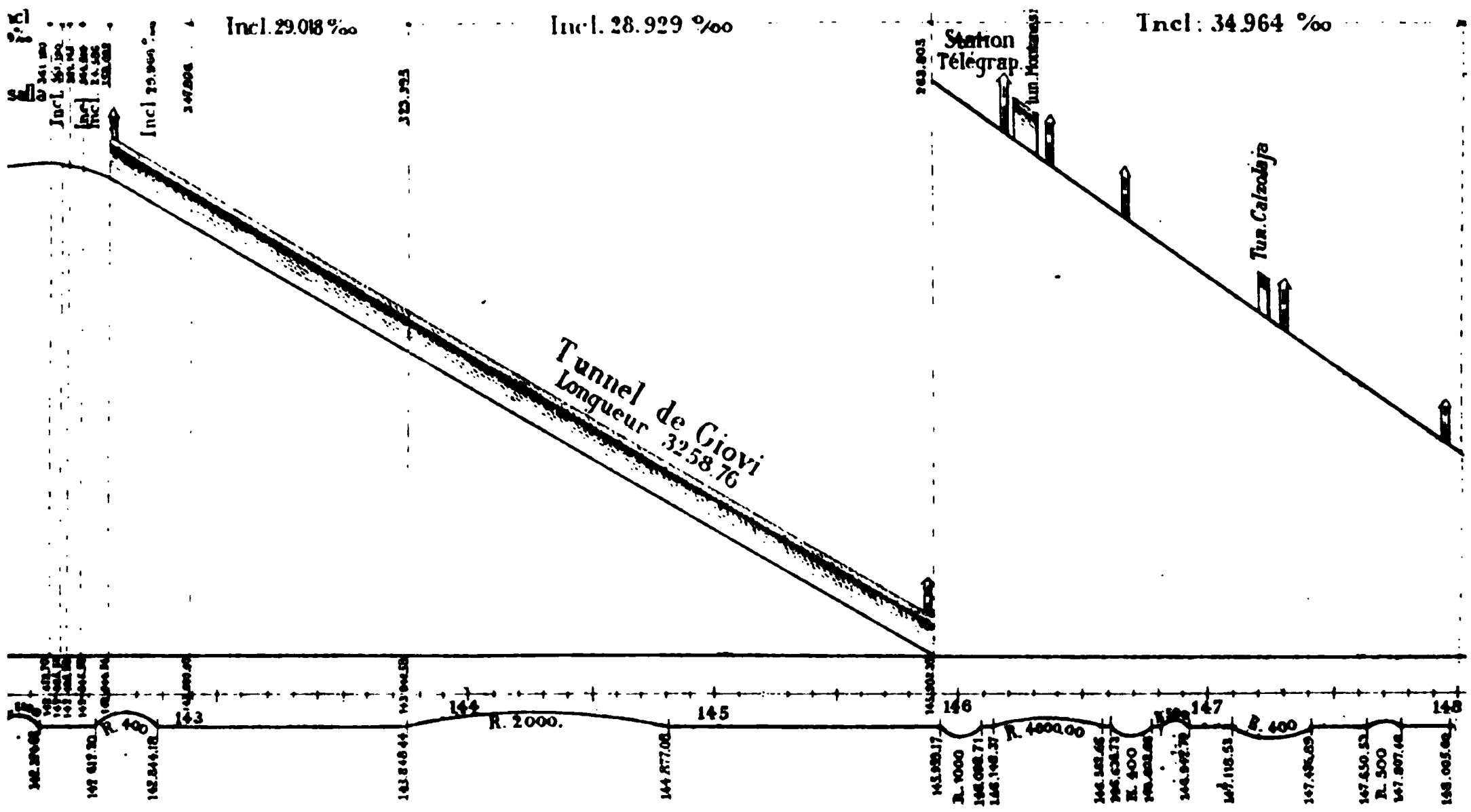
XII – NESBET. 1886 (North-British Ry).

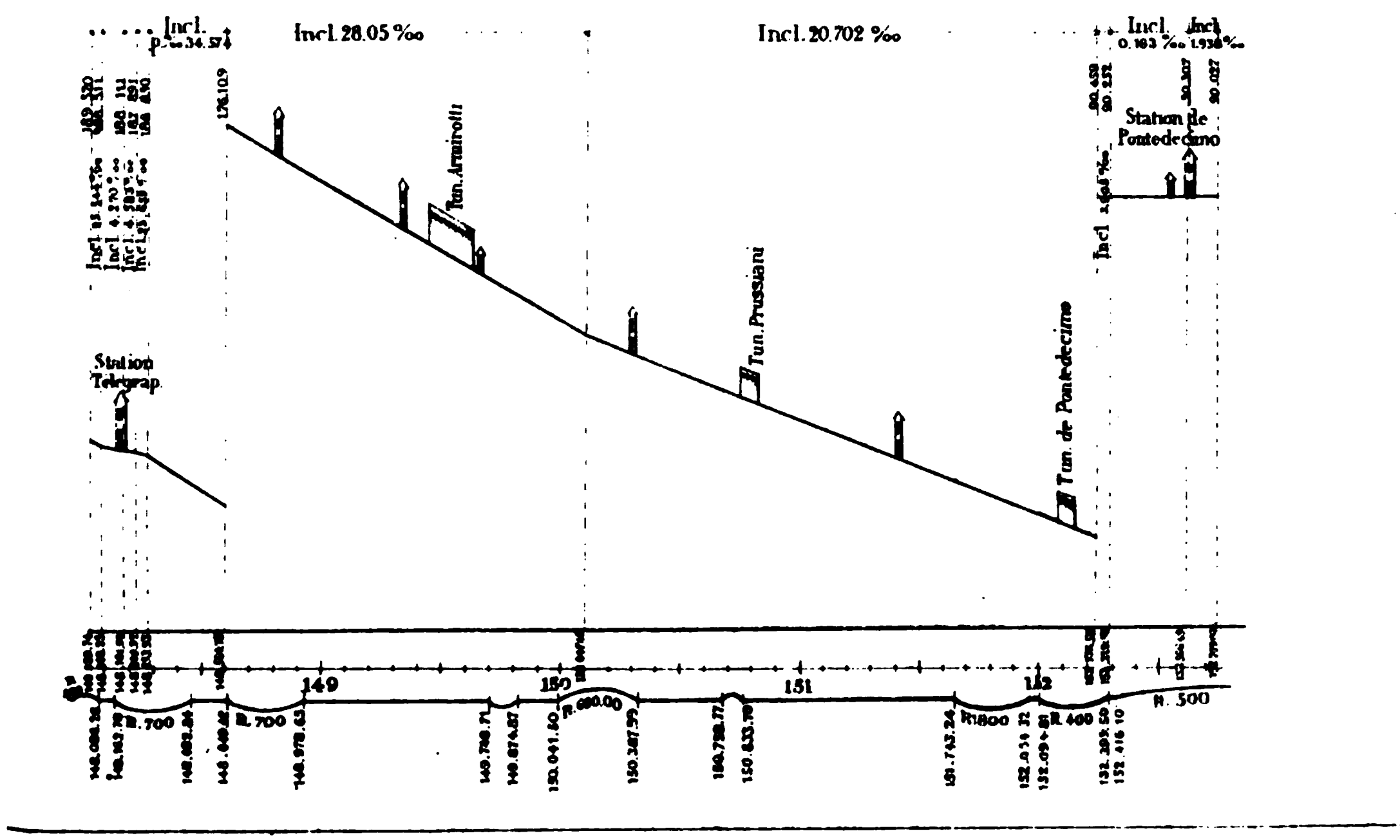


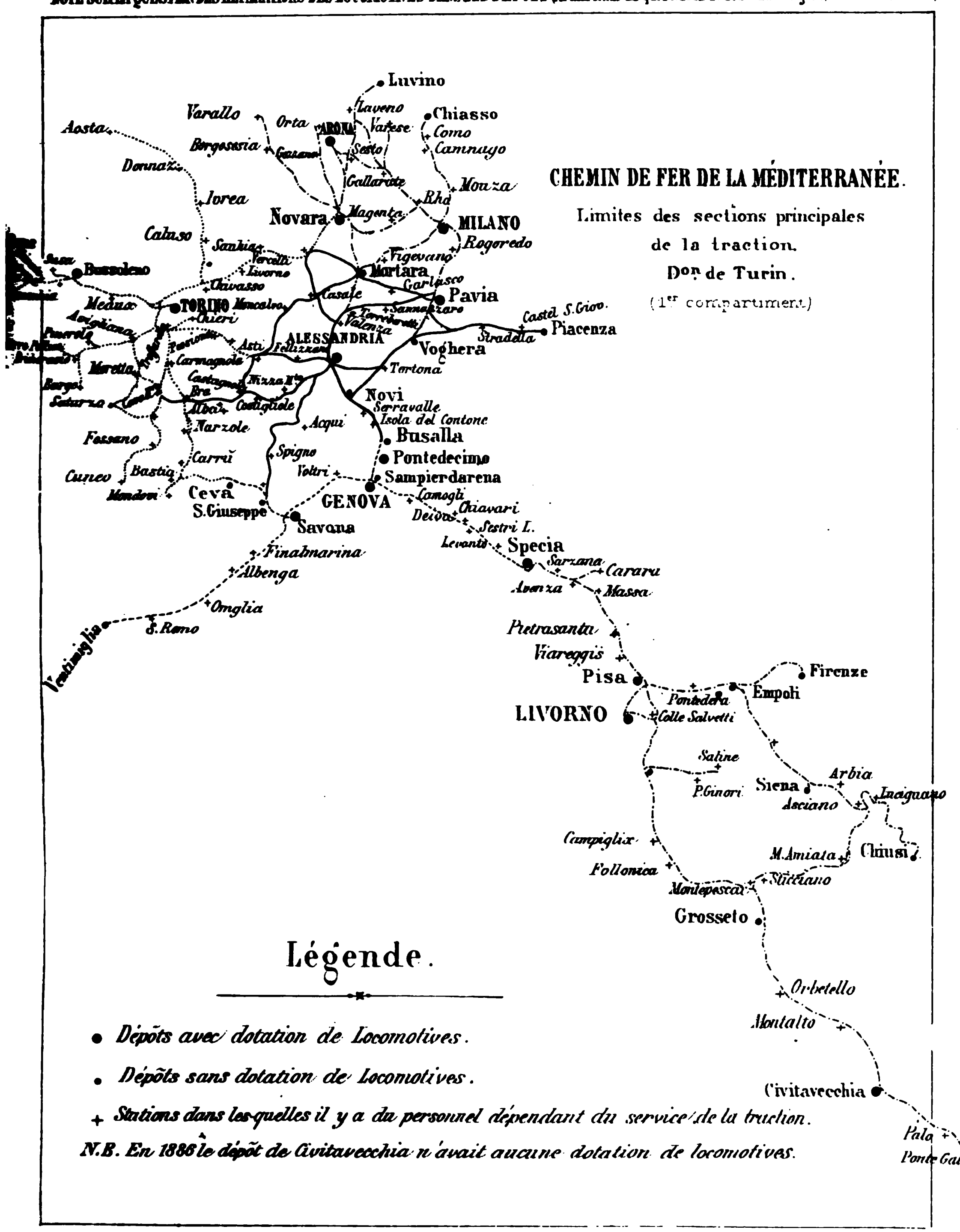
P. Weiss-Gabrich éditeur.

CHEMINS DE FER DE LA MÉDITERRANÉE (Italie)

Profil longitudinal de la ligne de Busalla à Pontedecimo.



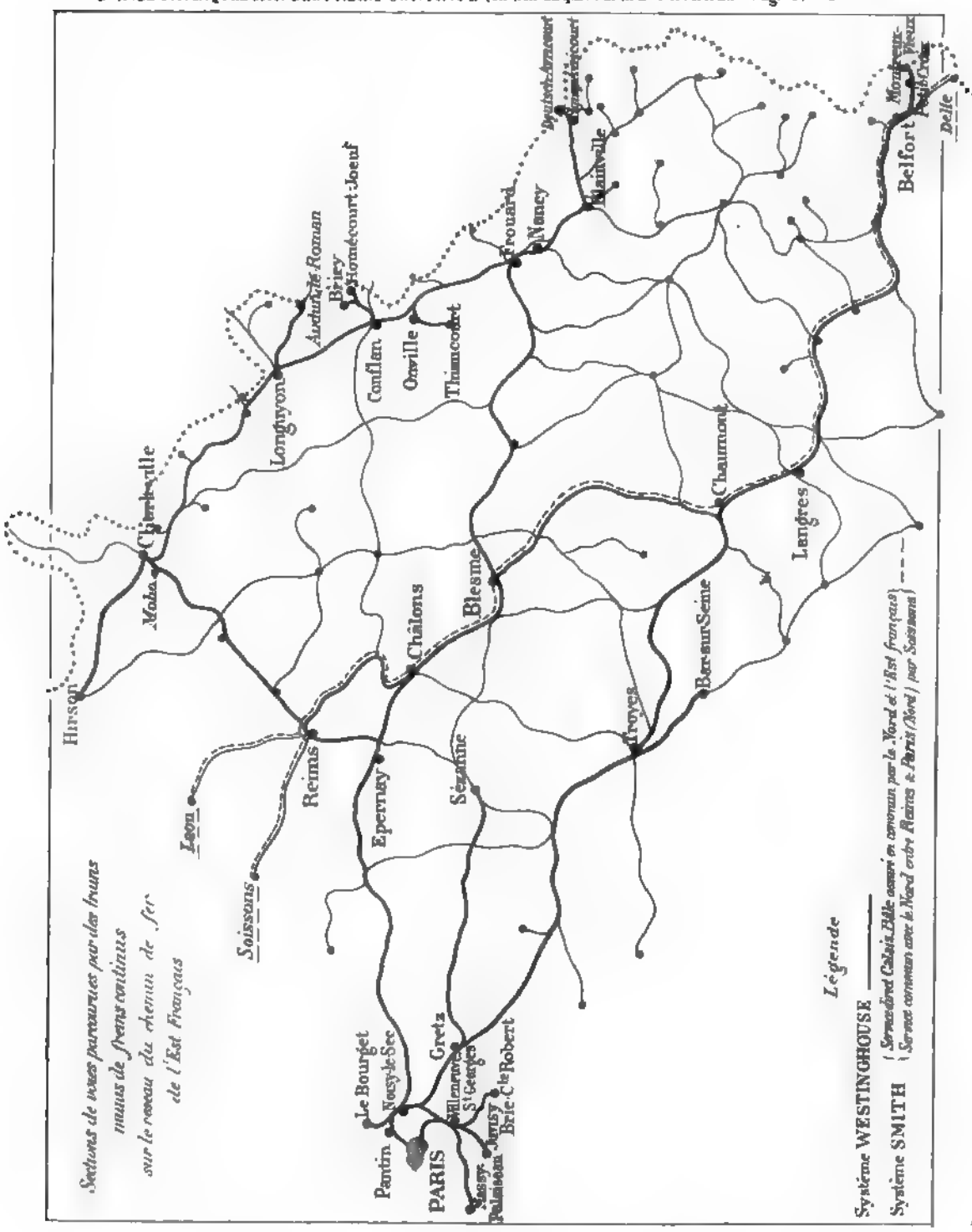



CHEMIN DE FER DE LA MÉDITERRANÉE.
Limites des sections principales
de la traction.
Dep. de Turin.
(1er compartiment)
Luvino
Laveno
Chiasso
Varallo
Orta
ARONA
Varese
Como
Aosta
Borgosesia
Gozzano
Sesto
Camnago
Domnaz
Gallarate
Monza
Ivorea
Rho
Novara
Magenta
MILANO
Calusco
Sannio
Rogoredo
Vercelli
Figevano
Bussoleno
Livorno
Mortara
Chivasso
Garlasco
Casale
Pavia
Meduna
TORINO
Moncalvo
Sannazzaro
Chieri
Castel S. Giov.
Valenza
Piacenza
Asti
ALESSANDRIA
Stradella
Voghera
Carmagnola
Tortona
Moretta
Nizza M.
Novi
Bra
Serravalle
Alba
Castiglione
Isola del Contone
Narzole
Acqui
Busalla
Fossano
Spigno
Pontedecimo
Carrù
Voltri
Sampierdarena
Cuneo
Bastia
Mondovì
Ceva
GENOVA
Camogli
S. Giuseppe
Chiavari
Deiva
Savona
Sestri L.
Levanto
Specia
Finalmarina
Sarzana
Albenga
Carrara
Avenza
Massa
Omglia
S. Remo
Ventimiglia
Pietrasanta
Viareggio
Pisa
Firenze
Empoli
Pontedera
LIVORNO
Colle Salvetti
Saline
Arbia
P. Ginori
Siena
Asciano
Chiusi
Campiglia
M. Amiata
Follonica
Montepescali
Grosseto
Orbetello
Montalto
Civitavecchia
Pala
Ponte Galera
Légende.
Dépôts avec dotation de Locomotives.
Dépôts sans dotation de Locomotives.
Stations dans lesquelles il y a du personnel dépendant du service de la traction.
N.B. En 1886 le dépôt de Civitavecchia n'avait aucune dotation de locomotives.

XIXe QUESTION. — **Éclairage des gares.**

FIN DU VOLUME II

2e NOTE SUR LA QUESTION DES FREINS CONTINUS (Art. XII du quest de la 2e session du Congrès) P.L. XX (Vol. II)



F. Wesselbaut, Bruxelles

Accouplement métallic

Fig.1

Modèle nouveau avec anneaux de caoutchouc embouts.

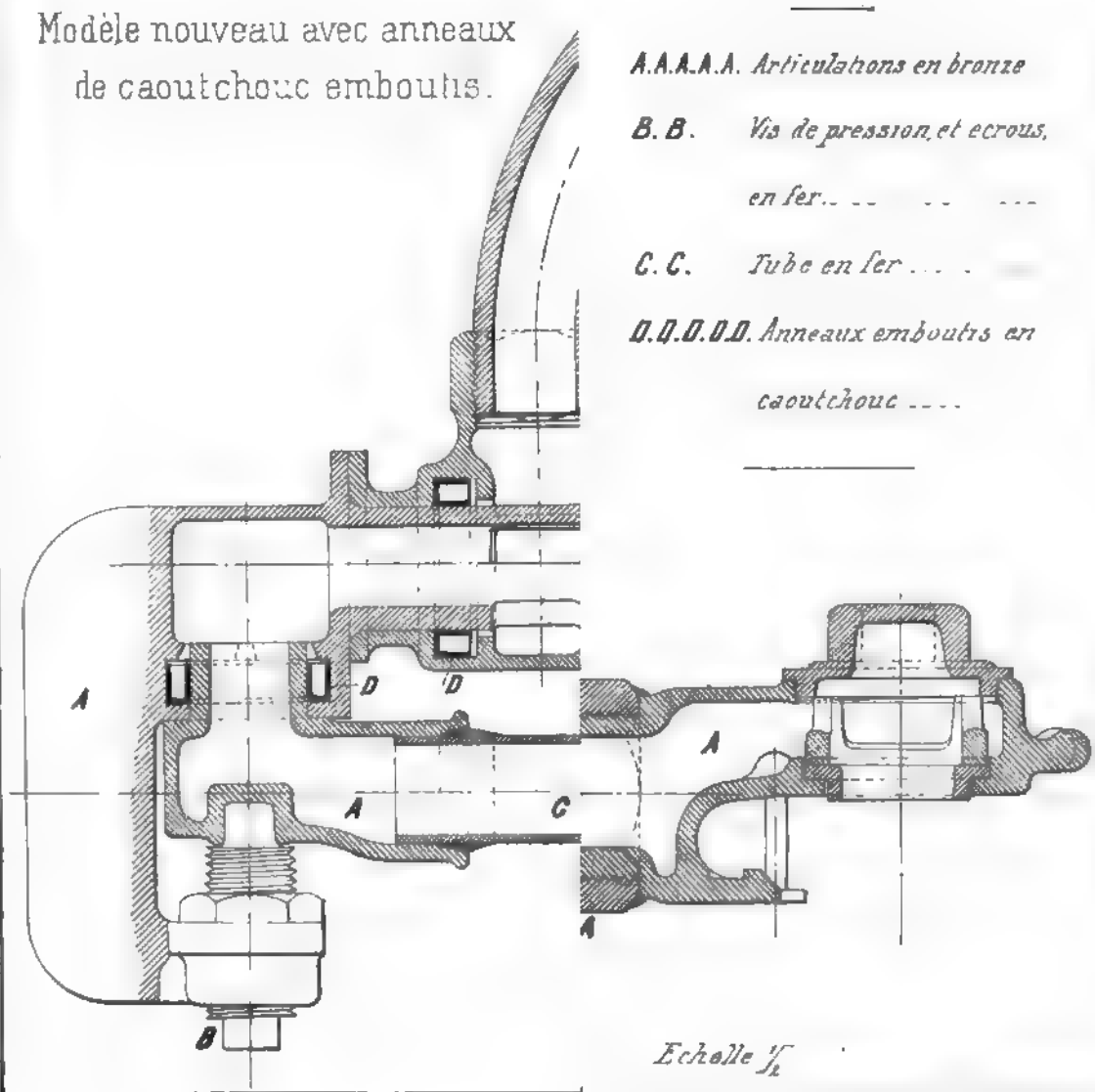
Légende.

A.A.A.A.A. *Articulations en bronze*

B.B. *Vis de pression, et ecrous, en fer.*

C.C. *Tube en fer*

D.D.D.D.D. *Anneaux embouts en caoutchouc*



Echelle 1/2

P Weissenbruch Graveur Bruxelles

Fig. 1 à 4. Chauf…

Fig.4. Coupe transversale suivant l'axe d'une chaufferette

Fig.1.

Tuyau en fer étiré de 3… m

Tuyau en fer étiré de 3… m

Tuyau cuivre de 10 m

Fig.2.

Tuyau en fer de 31 m

Chaufferette

Fig.3.
Coupe

Fig. 5 à 11. Ch…

Fig.7. Coupe …

Fig.5.
Vue du côté de la fermeture.

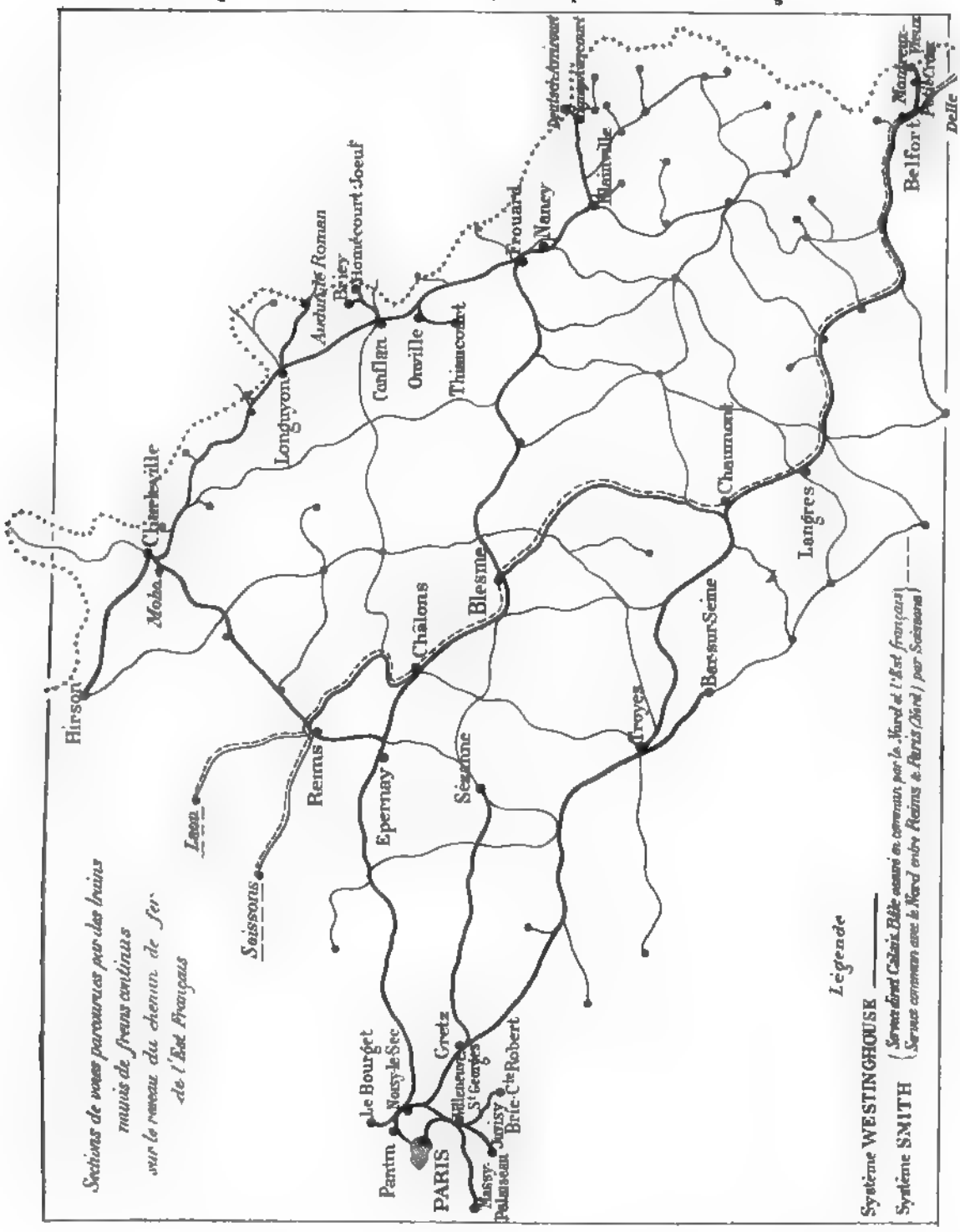
Fig.6.
Coupe suivant C D

Légende de la Fig 11

1. Enveloppe en fer étiré galvanisé
2. Enveloppe en zinc
3. Cercle en fonte malléable galvanisée
4. Ressort d'acier
5. Fond en tôle galvanisée
6. Lyre de serre
7. Tuyau en fer étiré
8. Barre en acier Bessemer
9. Tête en fonte malléable
10. Bouchon en fonte malléable

P. Weissenbruch, Editeur 1er 3e…

2e NOTE SUR LA QUESTION DES FREINS CONTINUS (Art. XII du quest. de la 2e session du Congrès) Pl. XX (Vol. II)



Chemins de fer de l'Ouest-français.

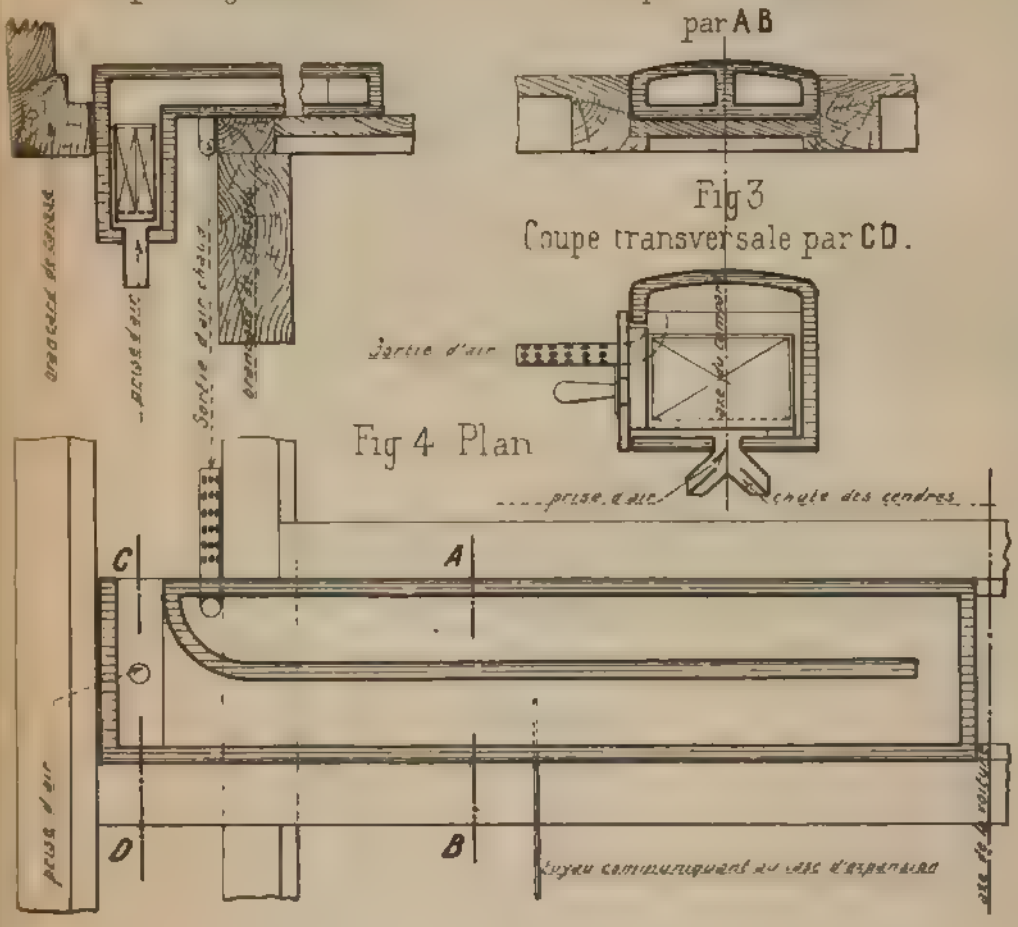
Chaufferette Système Foulloux

Fig 1
Coupe longitudinale.

Fig 2
Coupe transversale par A B

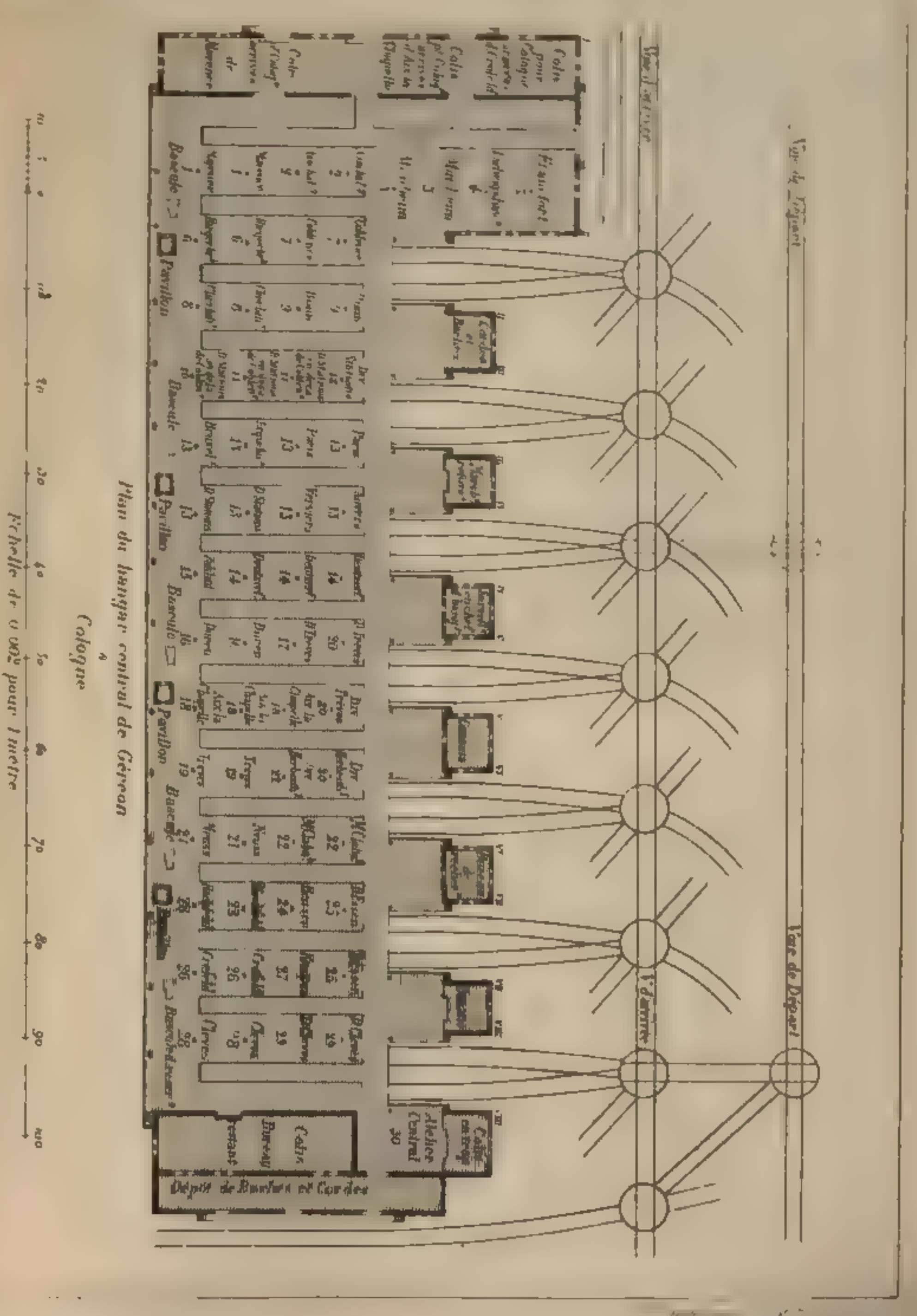
Fig 3
Coupe transversale par C D.

Fig 4 Plan



Echelle de 1/10

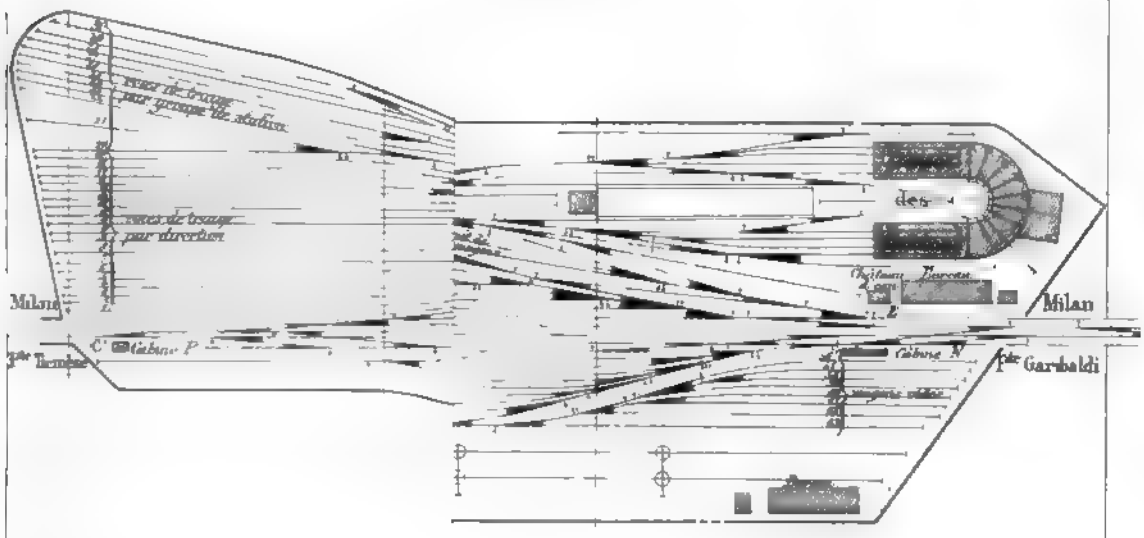
Weissenbruch Editeur Bruxel

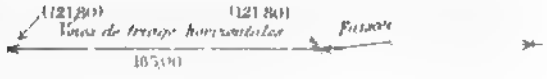


Plan du hangar central de Géreon à Cologne

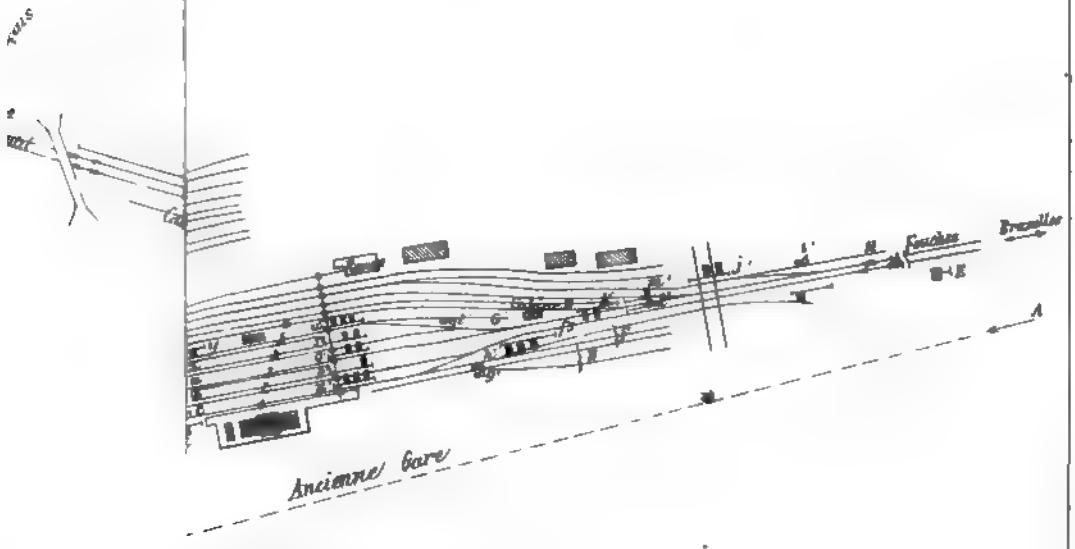
Échelle de 0,002 pour 1 mètre

\PLON





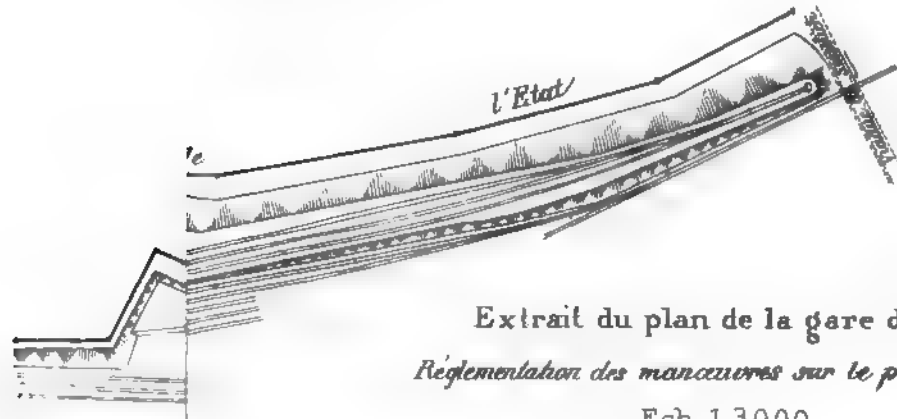
P. Weissenbruch, Éditeur, Bruxelles



Légende:

Les l'estimation a été établie.

ne comprend que les voies de la gare aux minérais, plateau et celle du plan incliné.

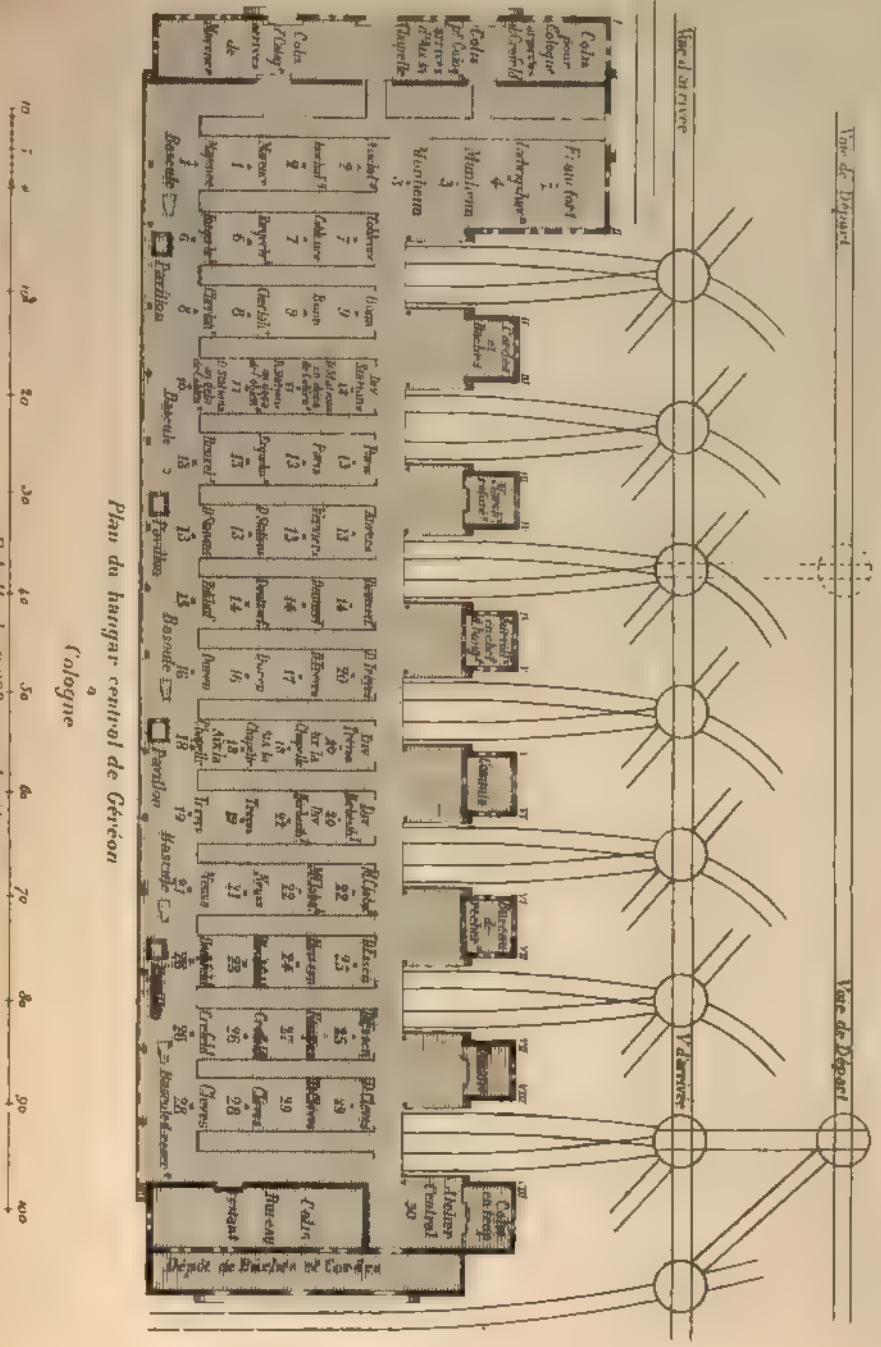


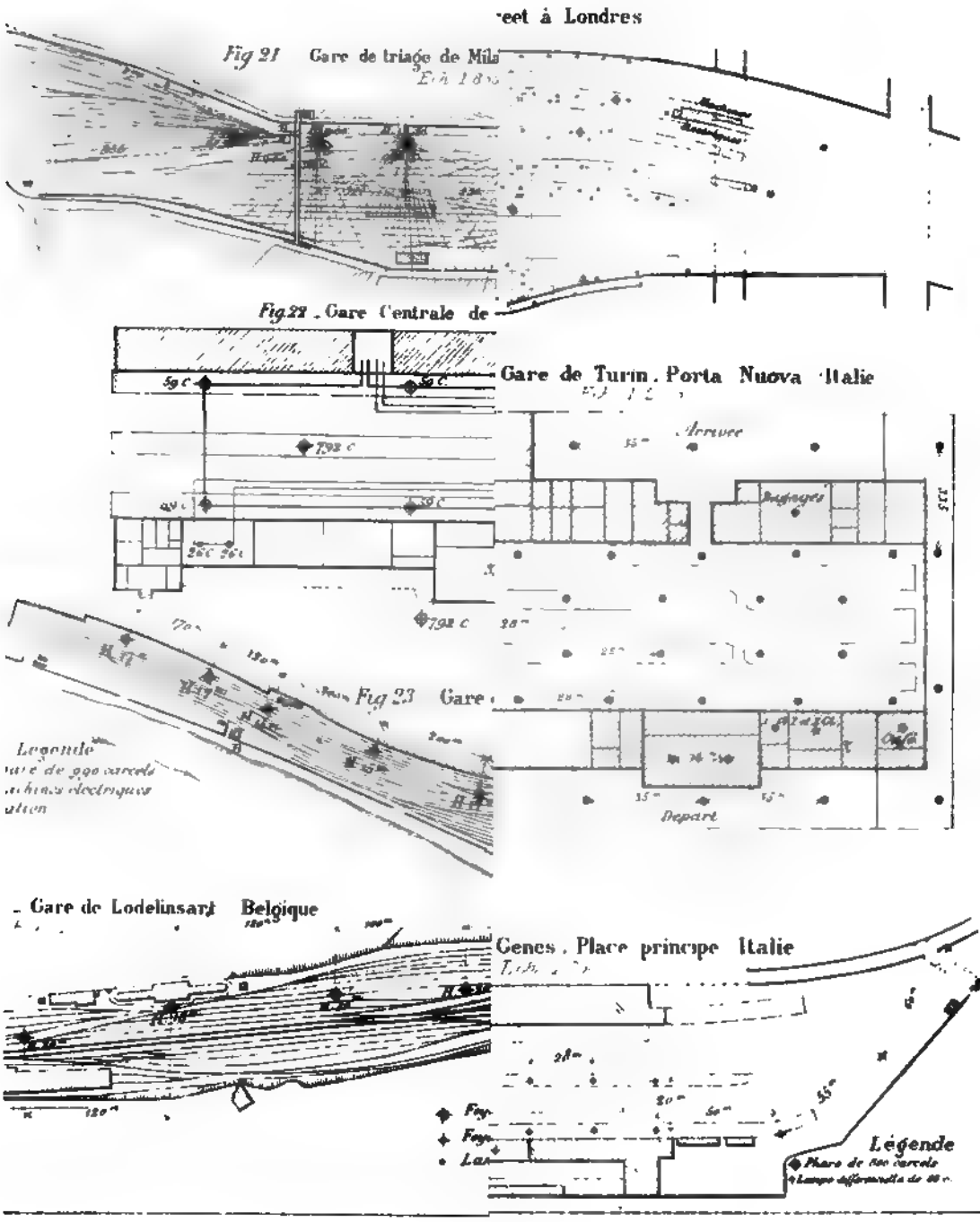
Extrait du plan de la gare d'Arlon

Réglementation des manœuvres sur le plan incliné.

Ech. 1 3000

P Weissenbruch, Editeur, Bruxelles


Voie de Départ
Voie d'arrivée
Voie de Départ
Voie d'arrivée
Dépôt de Bouchons et Cordages
Pavillon
Bascule
Plan du hangar central de Gérézon
à
Cologne
Echelle de 0.002 pour 1 mètre


reet à Londres
Fig 21 Gare de triage de Mila
Fig 22 . Gare Centrale de
Gare de Turin . Porta Nuova Italie
Arrivee
Bagages
Depart
Fig 23 Gare
Legende
. Gare de Lodelinsart Belgique
Genes . Place principe Italie
Legende

Appareil de projection de lumiere electrique en usage
a la Station de tirage de Milan P S.

Fig 28

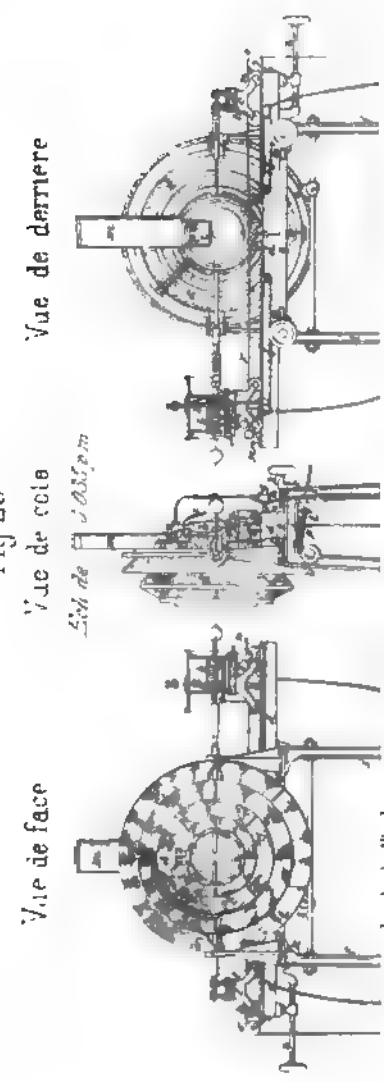
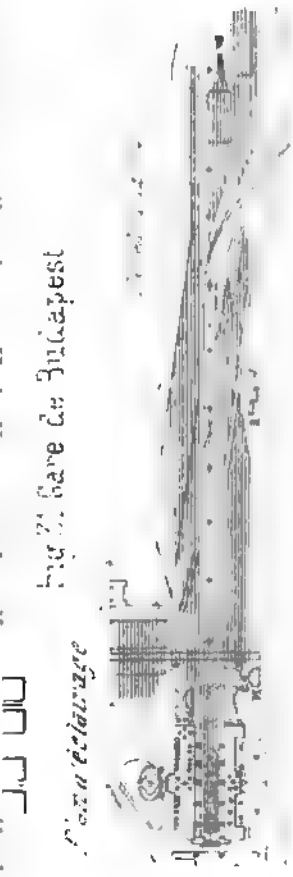


Fig 29 Gare de Budapest



EXPOSÉ DE LA QUESTION DE L'ÉCLAIRAGE DI

. Bost

Grand Junct

~ ...ce de 330 carcels.

Echelle de 1/3000.

P. Weissenbruch éditeur. I

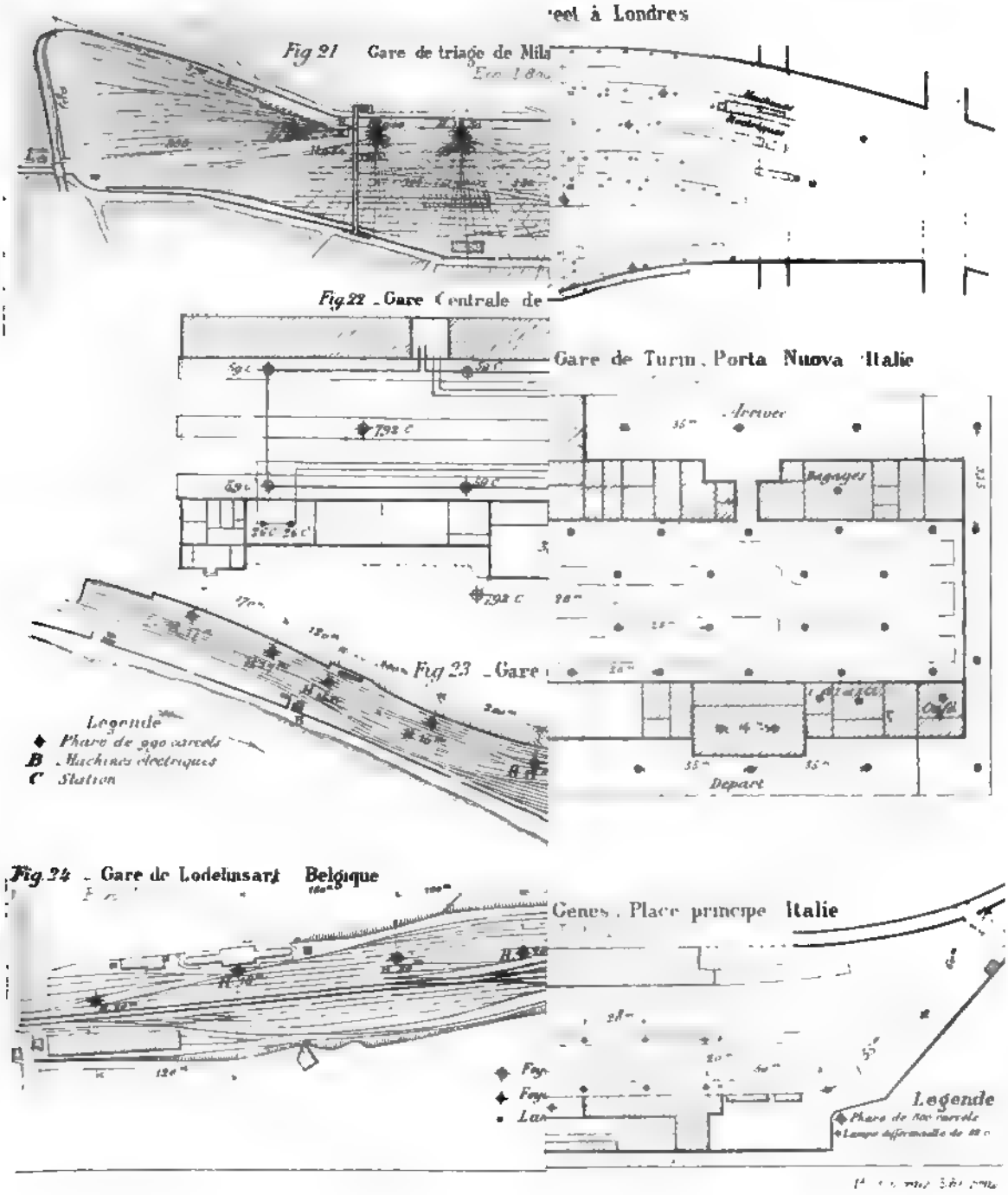


Fig 21 Gare de triage de Mila
Fig 22 _ Gare Centrale de
Gare de Turin, Porta Nuova Italie
Arrivee
Bagages
Depart
Fig 23 _ Gare
Legende
Phare de 900 carcels
Machines électriques
Station
Fig 24 _ Gare de Lodelinsart Belgique
Gênes, Place principe Italie
Legende

Appareil de projection de lumiere electrique en usage a la Station de triage de Milan P.S.

Fig 98

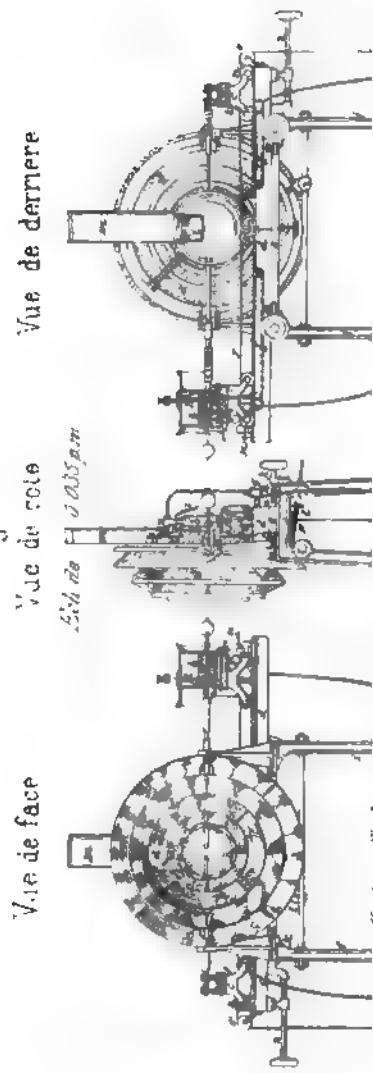
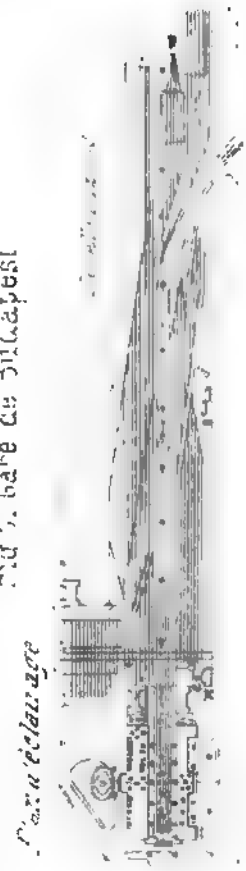
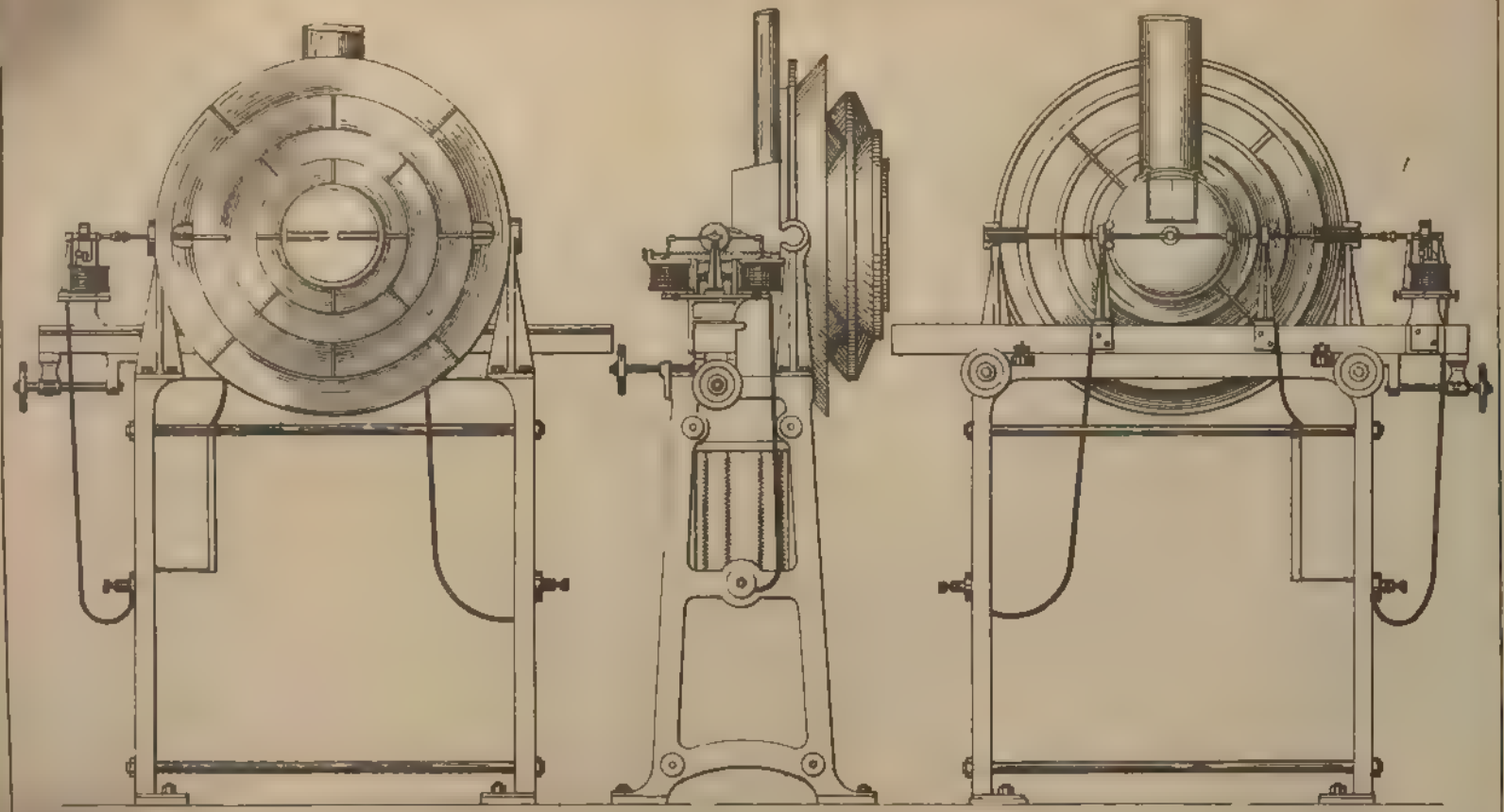


Fig 7. Gare de Budapest



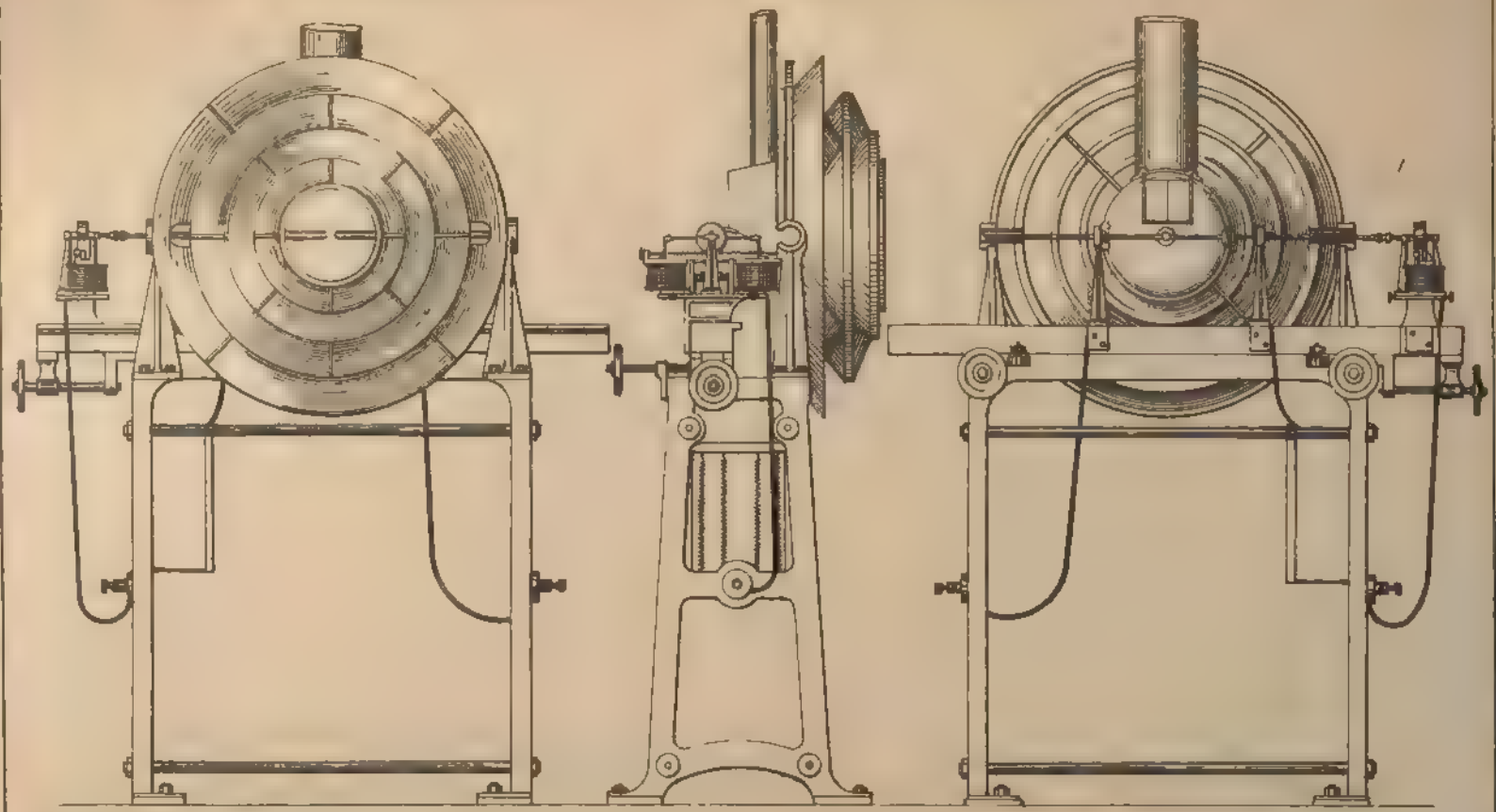
Appareil electrique de projection (Système Balestreri) Modele perfectionne



Vue de face. Vue de coté. Vue d'arriere.

Echelle 0m07 par metre.

Appareil electrique de projection (Système Balestreri) Modele perfectionne



Vue de face — Vue de cote. — Vue d arriere

Echelle 0m07 par metre.